

Université de Nancy - Faculté des Sciences

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR

le titre de Docteur de l'Université de Nancy

(MENTION SCIENCES)

PAR

Rosalie WEISSMANN

Préparateur à la Faculté des Sciences

Diplômée de l'Institut Agricole et de l'École de Laiterie de l'Université de Nancy

1^{re} THÈSE. — Contribution à l'étude de la réfractométrie du lait de Vache.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

soutenue le 1^{er} Juillet 1933 devant la Commission d'examen

Examineurs	{	MM. BOUIN.	Président
		GAIN	Juges
		REMY.	

NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

1933

Université de Nancy - Faculté des Sciences

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR

le titre de Docteur de l'Université de Nancy

(MENTION SCIENCES)

PAR

Rosalie WEISSMANN

Préparateur à la Faculté des Sciences

Diplômée de l'Institut Agricole et de l'École de Laiterie de l'Université de Nancy

1^{re} THÈSE. — Contribution à l'étude de la réfractométrie du
lait de Vache.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

soutenue le 1^{er} Juillet 1933 devant la Commission d'examen

Examineurs	{	MM. BOUIN. . . .	{	Président
		GAIN		Juges
		REMY		

NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

1933

Université de Nancy - Faculté des Sciences

Doyen: M. LEAU

Assesseur: M. GAIN

Doyen honoraire : M. PETIT

Professeurs honoraires: MM. CARTAN, BLAISE, THOULET, MULLER, GUYOT, GUNTZ, GRIGNARD, DARMOIS E., GUTTON.

Maîtres de conférences honoraires: MM. FÉRÉE,
DELATOUR

Professeurs:

MM. CUÉNOT.....	Zoologie.
MAUDUIT	Electrotechnique.
GAIN	Botanique.
HUSSON.....	Mécanique rationnelle.
TRAVERS.....	Chimie industrielle.
VAVON.....	Chimie organique.
BOURION.....	Chimie physique et Electro- chimie.
LEAU.....	Calcul différentiel et intégral.
DARMOIS.....	Analyse supérieure.
FALLOT.....	Géologie.
CORNUBERT.....	Chimie.
LONGCHAMBON...	Minéralogie.
COURTOT.....	Chimie appliquée à la teinture.
CROZE.....	Physique.
MENTRÉ.....	Mécanique appliquée.
BOUIN.....	Zoologie appliquée.
DE MALLEMANN.	Physique.
JOLY.....	Géologie de Lorraine.
CHEVALLIER.....	Physique.

Maîtres de Conférences:

MM. RAYBAUD	Botanique.
DELSARTE.....	Mathématiques appliquées.
POIROT.....	Physique.

Chargé de cours:

M. LAFFITTE.....	Chimie générale.
------------------	------------------

Maître de conférences adjoint:

M. FRIEDEL.....	Botanique.
-----------------	------------

Secrétaire: M. BERTRAND



A MES PARENTS

A MES MAITRES

INTRODUCTION

La réfractométrie est une constante physique permettant la recherche du mouillage dans le lait. On a constaté en effet depuis longtemps que le sérum d'un lait naturel présentait un indice de réfraction variant dans des limites très restreintes. C'est cette particularité qui permet la caractérisation du mouillage.

Si la réfractométrie des laits frais a fait l'objet de nombreuses recherches et travaux, il faut reconnaître par contre que celle de vieux laits conservés au bichromate de potassium fut très peu étudié. Cependant, une connaissance approfondie de la question s'imposait, vu les difficultés qu'on rencontre souvent dans la détermination du mouillage des laits prélevés par le service de répression des fraudes, laits souvent vieux de plusieurs mois et conservés au bichromate de potassium.

Afin d'apporter une amélioration à cet état de choses, nous avons entrepris ce travail au cours duquel nous avons étudié tout particulièrement une nouvelle méthode de préparation du sérum pour la détermination de l'indice de réfraction du lait.

Avant d'exposer cette étude, qu'il nous soit permis de remercier M. le Professeur M. BOUIN, Directeur de l'Institut de Zoologie appliquée, qui nous a donné les premières leçons de Zoologie et Microbiologie avec maîtrise et clarté, qui nous a familiarisé avec les notions de chimie laitière et qui nous a si cordialement ouvert les portes de son laboratoire. C'est à lui, que nous devons l'inspiration de ce travail, au cours duquel il n'a cessé de nous aider de ses conseils amicaux et éclairés. Nous le prions de croire à notre attachement tout dévoué et respectueux. Qu'il veuille bien trouver ici des remerciements, profondément sincères, pour la bonté, pour son appui précieux et pour l'intérêt qu'il nous a si souvent témoigné.

Nous remercions également M. le Professeur E. GAIN, Directeur de l'Institut Agricole de l'Université de Nancy, dont l'enseignement nous a été si précieux, et M. REMY, Docteur ès Sciences, qui ont bien voulu accepter de faire partie du jury de notre examen.

Toute notre reconnaissance va aussi à M. Z. BACH, Docteur ès Sciences, ancien Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Czystochowa, qui a guidé nos premiers pas dans les études agronomiques.

CHAPITRE PREMIER

Historique

L'indice de réfraction du lait fut déterminé pour la première fois en 1879 par G. VALENTIN qui trouva pour le lait de vache un indice variant entre 1,3500-1,3502.

En 1882, A. JÖRGSEN constate que l'indice réfractométrique des lacto-sérums — qu'il obtient par l'empresurage du lait — varie entre 1,3433-1,3465 pour les laits individuels et entre 1,3440-1,3455 pour les laits du mélange. Il soutient que la réfractométrie peut être utilisée pour les cas où la détermination de la densité et le dosage de la graisse ne permettent pas de tirer des conclusions.

En 1898, A. VILLIERS et M. BERTAULT font des recherches *sur la détermination du mouillage de laits par la réfractométrie*. Ils obtiennent leur sérum, en coagulant à chaud un volume déterminé de lait, par un demi-volume d'acide acétique à 1 %. L'indice de réfraction de ce sérum est compris entre 39,5 et 42,5 degrés de l'oléoréfractomètre d'Amagat et Jean.

Ces auteurs concluent, que tout lait dont la déviation réfractométrique est inférieure à 39 degrés doit être considéré comme mouillé.

R. BRAUN (1901) utilise la réfractométrie pour le dosage du lactose dans le lait. Il prépare le sérum en chauffant le lait avec du chlorure de calcium et il emploie le réfractomètre de Wolny.

F. UTZ, qui obtient les lacto-sérums par acidification spontanée (à l'étuve à 37°), trouve des indices variant entre 1,3431-1,3441 à 15° C. au réfractomètre de Pulfrich.

En effectuant des essais sur des laits mouillés à 5, 10, 20 et 40 % l'auteur conclut que la réfractométrie permet de déterminer le mouillage et qu'à ce point de vue, elle est supérieure à la détermination de la densité du lacto-sérum.

En 1908, M. MATHES et F. MÜLLER constatent — en opérant sur des

sérums spontanés des laits de la région de Iéna — des chiffres variant entre 40,6 et 44 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss.

Ils considèrent que tout lait dont l'indice est inférieur à 40 divisions est suspect de mouillage.

RIPPERT a fait part au Congrès international de Bruxelles en 1903 de ces recherches sur la réfractométrie de lacto-sérums de vaches malades.

Il a soutenu que *la détermination de l'indice de réfraction permet de déceler rapidement et d'une façon certaine le lait de vaches tuberculeuses.*

D'après ces données, l'indice de réfraction de lacto-sérums — obtenu en chauffant 10 cm³ de lait avec 0,2 cm³ d'acide acétique à 20 % à 80° pendant 4 minutes — varie dans des limites étroites :

Pour les laits normaux.....	Nd 1,3430 - 1,3442
Pour les laits dans des cas de fièvres.....	— 1,3415 - 1,3425
Pour les laits de vaches tuberculeuses.....	— 1,3410 - 1,3427
Pour les laits de vaches atteintes de stomatite aphteuse —	1,3415 - 1,3420

D'après cet auteur, un indice de réfraction inférieur à 1,3430 indique : soit le mouillage, soit un lait de vache malade ; l'analyse chimique permet de trancher la question.

De nombreux auteurs ont repris les travaux de RIPPER.

F. ERTEL publie en 1905 les résultats de 31 essais effectués sur des lacto-sérums de vaches dont 16 au moins étaient malades. Voici ses conclusions :

« 1° *En général, l'indice de réfraction des lacto-sérums acétiques des vaches saines n'accuse que des variations peu étendues ;*

2° *Lait de vaches cliniquement malades possèdent très souvent des indices de réfraction élevés, dépassant 1,3440 ;*

3° *L'opinion de RIPPER, à savoir : que le lait des vaches tuberculeuses se reconnaît sûrement à l'indice de réfraction du sérum inférieur ne se vérifie pas ici ; cette méthode est actuellement inutilisable dans ce but. »*

MAYRIHOFFER fait observer que les résultats obtenus respectivement dans les laboratoires de RIPPER et ERTEL pour les mêmes 12 échantillons de lait ne sont concordants qu'une seule fois. Ils n'opèrent pas avec les mêmes appareils ; d'où imprécision dans l'interprétation des résultats et dans les conclusions.

WITTMANN contredit également les résultats de RIPPER. Il trouve pour un lait d'une vache atteinte d'entérite tuberculeuse un indice de réfraction

de 1,3441, lequel ne s'écarte pas de celui fourni par le lait d'un animal sain.

D'après LEACH et LYTHGOÉ, l'indice de réfraction du sérum acétique d'un lait pur varie entre 40 et 44,5 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss Nd = 13427 — 1,3444) et ne descend jamais au-dessous de 39 divisions (Nd 1,3424). Ces auteurs préparent leur sérum en chauffant (dans un bain-marie à 70° C.) 100 cm³ du lait avec 2 cm³ d'acide acétique à 25 %, pendant 20 minutes. Ils considèrent l'indice de réfraction, comme un moyen général pour déceler le mouillage du lait. Tout lait présentant un indice réfractométrique inférieur à 39 divisions doit être considéré comme mouillé.

Pour SCHNORF, la réfractométrie est une méthode sommaire qui à elle seule est insuffisante pour la détermination du mouillage. Il démontre également que les hypothèses de RIPPER sont inexactes. A son avis, on ne peut envisager la réfraction comme un procédé permettant d'établir avec quelque vraisemblance l'état sanitaire des animaux.

BASSET, reprenant les travaux de VILLIERS et BERTAULT, démontre que la méthode acétique permet de reconnaître dans tous les cas un mouillage de 10 % et un mouillage de 5 % effectués sur des laits pauvres.

M. HENSEVAL et C. MÜLLIE trouvent après l'analyse de 180 échantillons, que l'indice de réfraction varie entre 1,3429-1,3445 pour le lait normal, et que les chiffres les plus fréquents sont compris entre 1,3430 et 1,3442. Ils concluent, que la réfractométrie du lait est appelée à rendre des services importants, puisqu'elle permet de déceler des mouillages de 10 à 15 % et dans tous les cas des mouillages de 20 %. Mais elles ne peut dans aucun cas dispenser de l'analyse chimique.

Contrairement aux affirmations de RIPPER, HENSEVAL et MÜLLIE observent, que l'indice de réfraction de laits provenant de vaches malades n'est pas toujours abaissé; il l'est souvent dans les laits d'animaux atteints de mammite tuberculeuses. Mais l'aspect de ces laits permet de le reconnaître déjà, avant toute analyse. Les laits de vaches tuberculeuses ont souvent un indice de réfraction normal.

A. COTHEREAU cherche à établir dans son « *Etude sur la recherche du Mouillage dans le lait par le réfractomètre* », une déviation limite au-dessous de laquelle il serait permis de conclure au mouillage.

Après avoir pris l'indice de réfraction de laits très différents — *laits individuels et de grand mélange, prélevés à l'étable, et laits de dépôts* — il n'a jamais trouvé une déviation inférieure à 39° divisions de l'oléo-ré-

fractomètre d'Amgat et Jean (pour la méthode acétique de Villiers et Bertault). Il conclut, que tout lait dont l'indice de réfraction est inférieur à 39 divisions doit être considéré comme mouillé ou comme anormal. L'analyse chimique permet de trancher la question.

L'auteur signale également, que *l'indice de réfraction* du lacto-sérum acétique ne *dépend pas seulement de sa teneur en lactose et chlorures*; il y a lieu de tenir compte de la présence de *phosphates, de citrates* et surtout de *substances albuminoïdes en solution* qui apportent 2 à 3 degrés dans la déviation totale.

P. DUCROS et H. IMBERT confirment d'une façon générale les constatations de VILLIERS et BERTAULT. Mais ils remplacent le lacto-sérum acétique, par un petit lait préparé à froid, en ajoutant à 20 cm³ de lait 5 cm³ d'une solution de métaphosphate de soude à 6 % et 5 cm³ d'acide acétique à 12 %. La déviation réfractométrique de ce sérum est plus faible du fait de la plus grande proportion de matières albuminoïdes éliminées.

M. MANSFELD conseille de préparer le sérum pour la réfractométrie en chauffant 25 cm³ de lait avec 4 cm³ d'une solution d'acide acétique à 25 %, au bain-marie à 85° C. pendant 10 minutes.

L'indice de réfraction de ce sérum varie pour un lait normal entre 40,7 et 43 divisions du réfractomètre à immersion Zeiss. Chaque addition de 10 % d'eau abaisse l'indice réfractométrique de 2,65 divisions.

Contrairement à l'opinion de RIPPER, C.-J. KÖNING considère que la réfractométrie ne permet pas de distinguer les laits provenant de vaches tuberculeuses.

Il constate, que les déviations réfractométriques oscillent entre :

1,3428 et 1,3443 Pour des laits de vaches ayant réagi à la tuberculine

1,3424 et 1,3447 Pour des laits de vaches normales

1,3428 et 1,3435 Pour des laits de vaches cliniquement tuberculeuses.

D'après RIEVEL, l'indice de réfraction varie entre 1,3420 et 1,3438 pour le sérum spontané, et entre 1,3427 et 1,3429 pour le sérum acétique préparé selon RIPPER.

L'auteur reprend les expériences RIPPER sur la réfractométrie de laits d'animaux malades. Il estime, que l'indice de réfraction est sujet à de tels écarts qu'il est impossible de le prendre comme base pour tirer des conclusions de cet ordre.

Dans son « *Etude sur la composition des laits tuberculeux* » MONVOISIN (5) confirme les travaux de RIPPER. Il observe toujours une différence très nette entre l'indice de réfraction des laits provenant de vaches tubercu-

leuses et l'indice du lait normal. Il observe même une différence dans le même sens entre les laits *de quartiers malades* et ceux *de quartiers sains*.

L'auteur attribue l'abaissement de l'indice de réfraction des laits tuberculeux à leur *faible teneur en lactose*.

A.-E. LEACH, utilisant le réfractomètre à immersion de Zeiss pour l'examen des lacto-sérums acétiques, trouve que l'indice de réfraction des laits authentiquement purs oscille entre 39-44,4 divisions ($N_d = 1,3424-1,3444$). Il considère comme mouillé tout lait dont l'indice de réfraction est inférieur à 39 ($N_d = 1,3424$).

ACKERMANN se basant sur l'analyse de 2.800 échantillons, admet que l'indice de réfraction des laits normaux non falsifiés varie entre 38,5 et 40,5 degrés du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3422$ et $1,3429$). Il opère sur *des sérums préparés après ébullition du lait avec une solution de chlorure de calcium et décantation*.

BAIER et NEUMANN recommandant l'application de la méthode réfractométrique de Wolny pour le dosage de la graisse dans la crème et le lait, pour l'appréciation du mouillage.

Le sérum est obtenu par la coagulation du lait au moyen d'asaprol (β naphthol — α sulfonate de calcium) en solution citrique.

Un tableau permet d'évaluer le mouillage d'après l'indice de réfraction du sérum.

MAI et ROTENFUSSE font une étude détaillée sur la recherche du mouillage du lait au moyen du réfractomètre. Après avoir parcouru la bibliographie de la question, les auteurs examinant les différentes méthodes de préparation du lacto-sérum et tout particulièrement la méthode d'Ackermann (qu'ils considèrent comme étant la meilleure et la plus recommandable).

Ils démontrent que la réfraction du sérum chloruro-calcique est complètement *indépendante de la teneur du lait en matière grasse* et que de même la réfraction reste constante, même lorsqu'on observe des variations dans *l'extrait sec dégraissé*.

Ils constatent également une augmentation progressive de l'indice de réfraction avec le vieillissement du lait et ils attribuent à la transformation du lactose en acide lactique dont l'indice serait plus élevé que celui du lactose.

Après 5.000 essais sur des laits frais et normaux des environs de Munich, les auteurs concluent que la réfraction du sérum chlorurocalcique d'Ackermann non filtré, varie dans des limites relativement étroites entre

38 et 40 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, à la température de 17°5 C. ($N_d = 1,3420-1,3427$). L'indice de réfraction est fortement influencée par l'addition d'eau et sa détermination est un moyen sûr pour déceler même de très faibles mouillages.

LYTHGÖE propose, pour la détermination du mouillage des laits par voie réfractométrique, l'emploi d'un sérum obtenu à froid au moyen d'une solution de *sulfate de cuivre*. La méthode est très rapide.

WIGNER et YAKOVA cherchent à déterminer dans leur étude du lacto-sérum chlorocalcique, les rapports qui existent entre la composition chimique du sérum, sa densité et son indice de réfraction. Ils déterminent après 35 analyses la composition moyenne du sérum chlorocalcique et la réfraction spécifique des divers constituants de ce sérum.

La réfraction spécifique est donnée par la formule de Lorenz-Lorenz :

$$R = \frac{N_2 - 2}{N_2 + 2} \times \frac{1}{d}$$

Dans laquelle N est l'indice de réfraction à une température quelconque, et d la densité à la même température.

La réfraction spécifique de chaque élément est multipliée par la teneur centésimale du sérum en cet élément. La somme de ces produits divisée par 100 donne la réfraction spécifique du sérum.

Ils concluent, que la réfraction spécifique est indépendante de la concentration du sérum chlorocalcique, indépendante de sa richesse en matière grasse, lactose, albumine et acide citrique, mais qu'elle s'élève faiblement quand la teneur en matières minérales diminue.

Les auteurs arrivent à établir deux formules qui, à l'aide de la constante R , permettent de calculer le poids spécifique du sérum.

Il résulte de leurs recherches, que, *l'indice de réfraction et le poids spécifique du sérum sont d'égale valeur pour l'examen du lait.*

G. KUHN, en se basant sur les résultats de nombreuses analyses, s'attache à montrer, que la détermination de l'indice de réfraction du lacto-sérum chlorocalcique (Méthode d'Ackermann) au moyen du réfractomètre à immersion de Zeiss donne d'excellent résultats.

FENDLER, BORKEL et REIDEMEISTER observent, que la réfraction des lacto-sérums chlorocalciques des laits de la région de Berlin est comprise entre 37 et 40 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss.

Ils font remarquer qu'il n'existe aucune relation entre le poids spécifique du sérum acétique et l'indice de réfraction du sérum chlorocalcique,

mais qu'il existe une concordance à peine sensible entre l'extrait sec dégraissé et l'indice de réfraction.

MAI et ROTENFUSSE, opérant sur des laits individuels, montrent que pour ces laits, comme pour les laits de mélange, *les variations* normales de l'indice de réfraction du sérum chlorocalcique diffèrent très peu avec *l'âge de la vache, l'époque de la lactation, l'allaitement et le travail pénible*. Les brusques changements de nourriture n'ont également aucune influence. De ce fait, cette méthode leur paraît la plus recommandable pour la détermination du mouillage du lait.

Pour KÖSTLER, l'indice de réfraction des laits individuels varie entre 38 et 41 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3420-1,3431$).

L'auteur observe un léger abaissement de la réfraction aux mois de janvier, février et mars, abaissement dû probablement, d'une part à la faible alimentation pendant cette période, et d'autre part à la forte proportion des laits de vaches fraîches à lait, parmi les laits analysés.

PHYL et TURNEAU recommandent pour la détermination de l'indice de réfraction l'emploi de deux lacto-sérums acétiques :

Tétraserum I, préparé avec du lait non rechauffé et renfermant encore l'albumine et la globuline ;

Tétraserum II, préparé avec du lait préalablement chauffé et libre d'albumine.

L'épuisement est effectué avec du tétrachlorure de carbone.

WITTE H. considère la réfractométrie comme le moyen le plus sûr pour la détermination du mouillage des laits. Dans tous les cas où l'indice descend au-dessous de 38 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, une contre-expertise à l'étable est nécessaire.

OBLADEN observe que l'indice de réfraction des laits pathologiques est souvent égale à l'indice des laits mouillés et conclut (contrairement aux affirmations de MAI et ROTENFUSSE et de nombreux auteurs) que la réfraction ne peut pas être considérée comme un moyen absolument sûr pour la détermination du mouillage des laits.

Pour ALPERS K., l'indice de réfraction du sérum chlorocalcique des laits de vache varie entre 35,8-41,3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, la moyenne, résultat de 126 essais, étant égale à 39,21 divisions.

La réfraction du lait de chèvre est comprise entre 34,7-40,3, avec une moyenne de 38, par conséquent inférieure à celle du lait de vache.

GUIRAND dans ses « *Considérations sur la recherche du mouillage et de l'écémage dans le lait de vache* » constate après de nombreux essais que l'indice de réfraction varie pour le sérum chlorurocalcique entre 37,4 et 43,5 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3418-1,3441$).

Avec des laits conservés au bichromate de potassium, l'auteur trouve :

1° que l'addition de bichromate de potassium à la dose de 1/1000 au lait frais, augmente l'indice de réfraction du sérum (Ackermann) de 0,55 divisions ;

2° qu'avec le vieillissement du lait, une partie de la caséine est altérée et transformée en matières azotées solubles. Ces matières sont incoagulables par les réactifs, ce qui entraîne une augmentation de l'azote dissous dans le lacto-sérum, et l'augmentation de l'azote proportionnelle de l'indice de réfraction ;

3° les variations de l'indice de réfraction des laits vieillis étant très irrégulières il est impossible d'appliquer une correction quelconque.

SCHUTZ G. et WEIN L. comparent les résultats obtenus par la méthode Phyl et Turneau (Tétraserums), avec ceux donnés par le sérum chlorocalcique d'Ackermann et considèrent que les deux méthodes donnent des résultats également exacts.

Ils observent une élévation de l'indice de réfraction du sérum chlorocalcique (même en dehors de l'acidification du lait) quand le sérum reste quelque temps au contact du coagulum. Cela proviendrait de la redissolution de sels calcaires précipités par l'ébullition ; l'examen doit par conséquent être fait au plus tard au bout d'une demi-heure.

Les auteurs concluent que la méthode chlorocalcique est préférable à la méthode Phyl et Turneau, parce qu'elle est plus rapide et plus pratique.

ACKERMANN et WALENCIEN montrent que souvent dans des cas de très légers mouillages l'extrait sec dégraissé paraît normal tandis que la réfractométrie indique la fraude. La réfractométrie est donc préférable à condition de faire, chaque fois que l'indice descend au-dessous de 38,5 divisions, une contre-expertise à l'étable.

MOLLENHAUER fait une étude comparative de la réfractométrie du lacto-sérum chlorurocalcique et de la cryoscopie du lait. Il résulte de son travail, que la détermination de l'indice de réfraction est une méthode de choix pour déceler le mouillage de laits.

SOUTEYRAND, en reprenant les expériences de GUIRAUD, cherche à vérifier si l'augmentation de l'indice réfractométrique des vieux laits est

vraiment dû au passage dans le lacto-sérum des matières azotées solubles provenant de la peptonisation des matières albuminoïdes du lait.

Les résultats analytiques amènent M. SOUTEYRAND aux conclusions suivantes :

« L'altération de matières protéiques dans le lait, entraîne une auto-digestion de ces substances, ce qui les rend partiellement incoagulables par le réactif de Villiers et les maintient en dissolution dans le lacto-sérum où on les retrouve par le dosage de l'azote totale de ce lacto-sérum. »

L'auteur préconise de remplacer le bichromate de potassium par le phénol qui retarde, beaucoup plus efficacement que le premier, l'altération de la caséine et conserve à peu près intégralement au lait son pouvoir réfractométrique initial.

AMBUHL et WEISS proposent l'emploi d'un lacto-sérum *préparé à froid au moyen de (Hg Cl₂) bichlorure de mercure*, pour la détermination de l'indice de réfraction. Le sérum ainsi obtenu est toujours clair même si le lait est très altéré.

L'indice de réfraction d'un lait normal est de 42,3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3436$). Il reste presque constant pour un lait donné, alors même que l'acidité augmente, l'acide lactique formée aux dépens du lactose ayant un indice de réfraction très légèrement inférieur à celui du lactose.

UTZ recommande beaucoup l'emploi de la méthode chloruromercurique. Il remarque au cours de ces essais que l'indice de réfraction de laits mouillés augmente régulièrement au cours des premiers jours de 5 à 3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss. Mais si l'on fait bouillir le lait directement après le mouillage, l'indice reste presque constant. L'auteur conseille de faire bouillir sous un réfrigérant à reflux les laits suspects de mouillage, si l'on ne peut déterminer de suite l'indice de réfraction.

Dans son étude comparative sur les sérums chlorurocalciques et chloruromercuriques, PANCHAUD trouve que l'augmentation anormale de l'indice de réfraction du sérum chlorurocalcique des laits acides est due à la formation du lactate de chaux. Ce dernier provient de la saturation de la chaux de caséine par l'acide lactique formé aux dépens du lactose. Ce lactate de chaux reste en solution dans le sérum, en élève la réfraction jusqu'au moment où toute la chaux est saturée. A partir de ce moment, l'acide lactique libre entre comme tel en réaction, et l'indice de réfraction baisse d'une façon continue.

Par contre, l'indice de réfraction du sérum chloruromercurique baisse

régulièrement, parce que le lactate de chaux formé dans les laits aigris cède son acide lactique sous l'influence de la forte acidité du réactif employé, et ainsi le tableau salin reste toujours le même. La réfraction du lacto-sérum chloruromercurique baisse, même quand le taux de substances azotées du sérum augmente.

G.-D. ELSDON et J.-R. STUBS passent en revue les principales méthodes de préparation de lacto-sérum et les appareils employés pour la détermination de l'indice de réfraction des laits.

Ces auteurs concluent :

1° qu'il ne faut pas attacher aux indications données par la réfractométrie une valeur par trop absolue. Elles doivent être considérées comme une première indication de la valeur du lait et non pas comme des résultats définitifs. Dans des cas suspects de fraude, il faudrait doser l'albumine et les cendres et même faire un prélèvement de comparaison à l'étable.

2° que le meilleur appareil est le réfractomètre à immersion de Zeiss.

LATAIX fait une étude approfondie de la réfractométrie des lacto-sérums. Vu l'importance de ce travail, nous croyons utile de citer les conclusions auxquelles est parvenu l'auteur.

« 1° Le lacto-sérum idéal sera celui qui ne renfermera pas de substances protéiques et dont le volume et la composition se rapprochent le plus de la *phase cristalloïde* du lait que les travaux de CORNALBA, WIGNER et Ch. PORCHER ont montré être la plus constante des différentes phases — *émulsoïde et colloïdale* — de cette liqueur.

2° Nous avons obtenu ce lacto-sérum idéal par ultrafiltration.

3° Par la méthode graphique — qui permet de faire abstraction de l'augmentation apportée à l'indice de réfraction par le coagulant employé — nous avons retrouvé l'indice absolu N_0 du lacto-sérum ultrafiltré pour le sérum chlorurocalcique et chloruromercurique, libres tous deux de substances protéiques.

4° L'obtention du lacto-sérum d'ultrafiltration très longue, son utilisation ne saurait être recommandée dans la pratique courante. »

En préparant des sérums synthétiques, LATAIX est parvenu à déterminer la part revenant à chaque composant dans l'indice de réfraction :

« 5° L'ensemble de matières salines augmente l'indice de réfraction de l'eau distillée ($n = 1,3330$) de 0,0014 environ.

Le lactose augmente l'indice (eau + matières salines) de 0,0073 environ (plus de $\frac{5}{6}$ du total).

6° De l'étude comparative des divers modes de productions des lacto-sérums, il résulte que seules les méthodes donnant des sérums libres d'albumine sont à retenir.

7° Parmi les procédés de préparation des lacto-sérums, nous avons retenu comme devant être utilisée dans la pratique courante la méthode d'Ackermann au chlorure de calcium.

Ce procédé est rapide, peu coûteux et le sérum libre d'albumines peut être examiné au réfractomètre par simple décantation, ce qui implique un gain de temps considérable.

L'indice du sérum chlorurocalcique se rapproche beaucoup de celui du sérum d'ultrafiltration; il ne le dépasse que de 0,0003.

8° Pour les laits acides qui donnent des sérums troubles avec la méthode d'Ackermann, on peut utiliser avec profit la méthode chloruro-mercurique Ambuhl et Weiss, qui fournit des sérums clairs quel que soit le degré d'acidité du lait et dont la sensibilité en ce qui concerne la recherche du mouillage est du même ordre de grandeur que celle du sérum chlorurocalcique.

La réfractométire est une méthode sûre et rapide de triage des laits. Elle n'a de valeur que pour les laits de mélange, la composition des laits individuels étant soumise à de trop larges variations ».

CHAPITRE II

Différentes Méthodes de préparation de Lacto-sérums pour la détermination de l'indice de réfraction.

I. — APERÇU SUR LA COMPOSITION CONSTITUTION DU LAIT

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, les méthodes de préparation de lacto-sérums pour la réfractométrie sont assez nombreuses.

Pour pouvoir apprécier ces différentes méthodes d'après leur valeur relative, c'est-à-dire par rapport à une certaine méthode idéale, donnant des résultats optima, il est nécessaire de nous arrêter un moment :

A) *sur la composition du lait ;*

B) *sur sa constitution et ses propriétés physico-chimiques.*

A. — COMPOSITION DU LAIT.

Nous classerons avec Ch. PORCHER les différents éléments du lait d'après leur quantité « *en gros et petits composants* ».

Les gros composants sont :

- 1° L'eau ;
- 2° La matière grasse ;
- 3° Le lactose ;
- 4° Les protéines ;
- 5° Les matières salines.

PORCHER appelle « petits composants » :

1° Les différentes substances qui se trouvent dans le lait, en quantité très faible tels que : les sulfates, la lécithine, la cholestrine, l'urée, les différents acides animés, etc...

2° Certains éléments — tels que : l'iode, l'arsenic, le silicium, le

bore, le lithium, le zinc, l'aluminium, le manganèse, le fer et le cuivre — dont on ignore la forme sous laquelle ils se trouvent dans le lait. On suppose qu'ils affectent une forme organique très complexe.

La teneur du lait en ces divers composants est extrêmement variable. Elle dépend de toute une série de facteurs : comme *la race de l'animal, l'âge, l'époque de la lactation, le régime, etc...*

On a constaté que parmi tous les composants du lait, c'est la matière grasse qui est la plus variable. Les autres éléments, comme les matières protéiques, le lactose et les sels varient aussi, mais dans des limites bien plus étroites.

B. — CONSTITUTION DU LAIT.

Certains savant, notamment CORNALBA, WILGNER et PORCHER ont étudié de près la question.

G. CORNALBA a constaté que les composants du lait, se trouvent dans la masse liquide à la fois à l'état d'*émulsion*, à l'état de *suspension colloïdale* et à l'état de *solution*.

Les substances émulsionnées et colloïdales, c'est-à-dire les graisses et les matières protéiques, varient d'après cet auteur dans d'assez grandes proportion, tandis que les éléments dissous sont peu variables.

D'après G. WIGNER, les composants du lait sont *dispersés* sous forme de petites particules dans l'eau du lait, *Le degré de dispersion* et la *stabilité* — c'est-à-dire l'état physique et la constitution — *dépendent des dimensions de ces particules*.

Les affirmations de CORNALBA, sur la relation qui existe entre les variations de la composition du lait et l'état de dispersion de particules — par conséquent leur dimension — se vérifient dans les travaux de WIGNER.

En effet, cet auteur montre que les globules gras ($10\ \mu$ à $1\ \mu$ de diamètre) et les particules de caséine ($0,1\ \mu$ à $50\ \mu$) — éléments les plus variables d'après CORNALBA — ont des dimensions bien plus élevées que le lactose et surtout les matières salines qui se trouvent dans le lait à l'état ultramicros, molécules en ions ($5\ \mu$ — $4\ \mu$).

Enfin PORCHER, dans sa remarquable étude sur la constitution colloïdale du lait est d'accord avec CORNALBA et WIGNER que le lait affecte tout à la fois les caractères d'une émulsion, d'une solution colloïdale et d'une solution vrai. Il explique d'une façon claire et précis ces différents états.

1° EMULSION:

Le lait est une émulsion par la dispersion de la matière grasse. La rupture de l'émulsion se fait très facilement, c'est donc un état très peu stable.

2° SOLUTION COLLOÏDALE:

Le lait envisagé comme solution colloïdale ou pseudo-solution est un ensemble très complexe. Au point de vue chimique, on y rencontre — à l'état de particules colloïdales, dont des dimensions varient entre 0,1 μ et 5 μ .

a) *des substances organiques*: colloïdes protéiniques, formés par un mélange de caséine, lactalbumine et lactoglobuline.

b) *des substances minérales*: phosphates de calcium et de magnésium unis colloïdalement à la caséine, qui existe dans le lait à l'état salifié, sous forme de phosphocaséinate de chaux.

3° SOLUTION VRAIE:

C'est le lait supposé totalement débarrassé de sa matière grasse et de ces matières protéiques.

C'est à la fois: a) Une *solution ionique*: par ces électrolytes: *phosphates alcalins, citrates et chlorures*.

b) Une *solution moléculaire*: par ces non électrolytes, le lactose et l'ensemble azoté non protéique (acides animés, urée, etc...).

Il résulte de cet aperçu sur la composition et la constitution du lait, que ce sont les éléments les plus petits —, c'est-à-dire, ceux qui se trouvent en solution dans le lait — (lactose, matières salines) qui sont les moins sujets aux variations.

Pour obtenir un lacto-sérum idéal, il faudra par conséquent se rapprocher le plus possible de l'état solution vraie, en débarrassant le lait totalement de la matière grasse et de ces colloïdes.

II. — CRITIQUE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES

L'étude succincte sur la composition et constitution du lait que nous venons de faire, nous permettra de mieux juger les différentes méthodes de préparation des lacto-sérums. Il est vrai que la plupart de ces méthodes n'ont plus qu'une valeur historique, néanmoins nous les passerons toutes rapidement en revue.

1° *Méthode spontanée*
de UTZ, METHES et MÜLLER

Le sérum — obtenu après acidification et coagulation naturelle du lait — est assez clair, mais il contient en solution des matières protéiques. Cette méthode n'est pas à recommander, parcequ'elle est longue et à cause de l'impossibilité d'obtenir des sérums identiques.

2° *Méthodes acétiques*

Des nombreux auteurs — VILLIERS et BERTAULT, RIPPER, HENSEVAL et MÜLLIE, etc... ont préconisé l'emploi de l'acide acétique à chaud, comme coagulant pour la préparation de lacto-sérum. Les techniques sont très variables. Elles sont aujourd'hui sans intérêt, le sérum étant presque toujours trouble, d'une filtration très lente et contenant encore des matières protéiques.

3° *Méthode à l'asaprol ou abrastol*
de E. BAIER et P. NEUMANN

BAIER et NEUMANN ont proposé de coaguler le lait pour la préparation du lacto-sérum par un réactif à base d'asaprol (asaprol ou abrastol, combinaison calcique du dérivé α monosulfuré du naphthol β) et d'acide citrique.

Quoique rapide et donnant un sérum clair, cette méthode présente le défaut d'être peu sensible, le lait étant dilué par le réactif dans la proportion de 100 % ; en outre, la solution d'asaprol ne se conserve pas.

4° *Méthode au sulfate de cuivre*
de H. LYTHGOÉ

Méthode peu recommandable, malgré la préparation rapide du sérum (à froid), et sa clarté, parce que le sérum est très dilué (25 %) par conséquent résultats peu précis.

5° *Tétrasérum I et Tétrasérum II*
de PHYL et TURNAU

Le tétrasérum I est préparé à froid en traitant le lait cru, d'abord par le tétrachlorure de carbone puis par l'acide acétique à 20 %. Le seul in-

convénient grave de cette méthode est la présence des albumines dans le sérum.

Le tétrasérum II, préparé comme le précédent mais en opérant sur le lait préalablement bouilli. Ce sérum *ne contient pas d'albumine*: sa préparation est très lente, d'où impossibilité de son emploi dans la pratique courante.

6° Méthode chlorurocalcique

de E. ACKERMANN

La méthode chlorurocalcique est considérée par de nombreux auteurs — MAI et ROTENFUSSER, UTZ, PACHAUD, LATAIX, etc. — comme la meilleure méthode de préparation de lacto-sérum pour la réfractométrie du lait. C'est pourquoi nous en rappelons rapidement la technique:

On introduit dans un gros tube à essais muni d'un réfrigérant à reflux, 30 cm³ de lait; on y ajoute 0,25 cm³ d'une solution de chlorure de calcium à 20 % ($D = 1,1375$ et dilué à 1/10 le $N_d 1,3374$ ou 26 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss). On agite vivement et on maintient le tube dans un bain-marie bouillant, pendant 15 minutes. Après refroidissement, on récupère l'eau condensée et on décante le sérum.

Nous avons constaté au cours de nos recherches que cette méthode loin d'être une méthode de choix et d'emploi général, présente au contraire de nombreux et graves inconvénients:

1° *La méthode est assez longue à cause du chauffage qu'elle exige;*

2° *Ce n'est qu'avec des laits très frais qu'on obtient un sérum clair; le sérum de laits même très peu acides est toujours trouble, même après filtration;*

3° *La réaction du biuret révèle la présence de matières protéiques dans le sérum chlorurocalcique. Cela est un grave inconvénient car le sérum ne se rapprochant plus de l'état solution vraie, l'indice de réfraction peut varier dans des limites très étendues.*

7° Méthode chloruro-mercurique

G. AMBUHL et H. WEISS

Cette méthode présente l'avantage de donner rapidement (à froid) et avec une faible quantité du réactif un sérum très clair, *sans albumines*; aussi, parmi les anciennes méthodes c'est à elle qu'irait notre préférence.

En voici brièvement la technique :

On mesure 30 cm³ de lait auquel on ajoute 0,3 cm³ du réactif chloruro-mercurique. On mélange en agitant vigoureusement et on filtre. L'indice de réfraction d'un lait normal est de 42,3 divisions au réfractomètre à immersion de Zeiss (Nd = 1,3436).

On prépare le réactif chloruromercurique en chauffant légèrement 125 gr. de bichlorure de mercure, chimiquement pur avec des petites quantités d'acide chlorhydrique pur (D = 1,184) que l'on ajoute jusqu'à dissolution. Après refroidissement, on complète le volume à 100 cm³ avec l'acide chlorhydrique concentré.

On contrôle le réactif en ajoutant à 30 cm³ d'eau distillée 0,3 cm³ de la solution chloruromercurique. L'indice de réfraction du mélange ainsi obtenu doit être à 17°5 C. de 20 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss (Nd = 1,3351).

La méthode chloruromercurique d'Ambuhl et Weiss nous parut de beaucoup préférable à la méthode d'Ackermann.

1° Elle n'exige pas de chauffage et elle est bien plus rapide que la précédente.

2° Elle permet d'obtenir un sérum toujours clair — même avec des laits acides — ne contenant pas de traces de matières protéiques.

Le seul inconvénient grave de cette méthode est la grande toxicité du réactif.

III. — MÉTHODE SILICO-TUNGSTIQUE

De toutes les méthodes de préparation des lacto-sérums pour la réfractométrie, aucune ne nous a satisfait entièrement.

Ayant souvent à analyser des laits prélevés par le service de répression des fraudes, la méthode chlorurocalcique d'Ackermann considérée comme la meilleure par la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question ne nous a pu être d'aucune utilité.

Il est facile de comprendre que dans des pays comme la Suisse où une organisation spéciale du service de répression des fraudes permet aux échantillons de laits suspects d'arriver dans les laboratoires le jour même du prélèvement, la méthode chlorurocalcique donne des résultats satisfaisants.

Il n'en est pas de même en France. Ici les échantillons arrivent dans les laboratoires 2 ou 3 jours après le prélèvement et dans les cas d'expertise

au bout de 3 et même 4 mois. Or, l'indice de réfraction du sérum chloruro-calcique augmente rapidement avec le vieillissement du lait (augmentation due, d'après PANCHAUD, à la formation de lactate de chaux insoluble, qui passe dans le sérum). De plus, le sérum de lait, même légèrement acide est trouble, ce qui rend la lecture au réfractomètre souvent difficile.

La méthode chlouruomercurique d'Ambulh et Weiss ne présente pas ces inconvénients; mais son emploi est assez dangereux à cause de la grande toxicité du réactif.

Ceci nous a amené à chercher une nouvelle méthode qui, sans être toxique, permettrait d'obtenir avec un petit volume du coagulant, un sérum clair, débarrassé entièrement des ses colloïdes et se rapprochant le plus possible de l'état *solution vraie*.

Nous nous sommes basé dans nos recherches sur les considérations suivantes :

D'après les théories colloïdales modernes les matières protéiques se trouvent, sous forme de petites particules appelées « micelles », en solution ou en suspension colloïdale dans l'eau du lait contenant entre autres, divers électrolytes. Ces électrolytes — (c'est-à-dire les sels minéraux comme les phosphates alcalins, les chlorures et les citrates) — déterminent certains facteurs physiques tels que la pression osmotique, la tension superficielle etc... d'où résulte l'équilibre de l'ensemble et par suite la stabilité de la micelle ou son instabilité.

Si l'on fait varier la nature ou la concentration de ces électrolytes, on modifie en même temps les facteurs physiques précités et il en résulte, soit une augmentation de la stabilité de la micelle, soit une diminution de cette stabilité; se traduisant par une insolubilisation.

Ainsi, l'addition au lait *d'un alcali stabilise la suspension colloïdale*, tandis que l'addition *d'un acide, de certains sels minéraux ou de la présure détruit au contraire sa stabilité et détermine la précipitation ou la coagulation des matières protéiques*. Cette précipitation ou coagulation est plus ou moins complète suivant la nature et la concentration du coagulant employé.

CHOIX D'UD RÉACTIF.

Sur le conseil de notre maître M. le Professeur M. BOUIN, nous avons commencé à faire des essais avec l'acide silico-tungstique, employé depuis longtemps au laboratoire pour le dosage du lactose par voie polarimétrique.

PICHAN-VENDEUIL, dans son travail sur les Amino-Acides du lait — fait une étude systématique des différents réactifs employés pour la précipitation des protéines. Aussi après avoir étudié successivement les réactifs d'ALMEN, de TANRET, de MAYER, de BRUCKE, de DENIGÈS, *trichloracétique*, *l'acool acétique*, *le métaphosphate de soude*, *le phosphotungstique et silico-tungstique*, l'auteur a conclu que les réactifs *phosphatungstique et silico-tungstique* sont les meilleurs pour la précipitation des protéines.

L'acide silico-tungstique, dit l'auteur « qui nous fut proposé par M. le Professeur BOUIN, a le grand avantage de précipiter complètement les protéines du lait, et de donner un filtrat contenant beaucoup *moins d'azote* que les filtrats obtenus avec les autres réactifs. L'azote non protéique semble adhérer par un phénomène de teinture plus prononcé à la molécule complexe qui constitue le réactif ».

PRÉPARATION DE L'ACIDE SILICO-TUNGSTIQUE.

On peut préparer soi-même l'acide silico-tungstique au laboratoire par le procédé Copaux :

D'une part, on prépare la silice gélatineuse en ajoutant à du silicate de soude de commerce moyennement étendu, de l'acide azotique jusqu'à réaction acide au tournesol.

D'autre part, après avoir dissous du tungstate de soude de commerce dans 5 fois son poids d'eau, on l'acidule avec précautions jusqu'à ce que le précipité d'abord formé ne se dissolve plus que lentement. On ajoute à ce liquide la silice gélatineuse délayée de façon qu'il en reste un excès indissous.

Le liquide est porté au bain-marie bouillant. Avec l'élévation de la température, l'acide tungstique subit une condensation moléculaire, libère une partie de l'alcali qu'il saturait primitivement ; la liqueur d'abord légèrement acide devient alcaline, mais on l'acidifie de nouveau en ajoutant de l'acide azotique. On continue à chauffer pendant 40 à 45 minutes au plus, jusqu'au moment où l'on n'obtient plus de précipité avec l'acide chlorhydrique. A ce moment, on refroidit et on filtre. Le filtrat est placé dans une boule à décantation avec de l'éther, puis de l'acide sulfurique au tiers jusqu'au trouble par agitation, et scission en trois couches. Quand la couche inférieure contenant de l'éther et de l'acide silico-tungstique devient claire par repos, on décante dans un ballon et on fait passer un courant de vapeur d'eau. Ainsi l'éther s'élimine et il ne reste qu'une solution concentrée d'acide silico-tungstique qu'on peut faire cristalliser.

PRÉPARATION DU RÉACTIF POUR LA RÉFRACTOMÉTRIE.

Dans la préparation du réactif, nous n'avons pas perdu de vue le fait que le but pratique de la réfractométrie est de *déceler le mouillage du lait*. Il était important pour nous de préparer un coagulant assez concentré, qui n'apporterait qu'une très faible quantité d'eau, afin d'obtenir un sérum s'écartant le moins possible de sa concentration normale.

Après de nombreux tâtonnements nous nous sommes arrêtés à la composition suivante :

Acide silico-tungstique	50 gr.
Acide acétique concentré.....	25 cm ³
Eau distillée qu. s. p.....	100 cm ³

Voici comment nous opérons :

Nous pesons exactement 50 gr. d'acide silico-tungstique que nous introduisons dans une fiole jaugée de 100 cm³. Nous y ajoutons 25 cm³ d'acide acétique concentrée dont la présence est indispensable pour que le réactif puisse agir efficacement. Après la dissolution nous complétons le volume à 100 cm³ avec de l'eau distillée.

Pour contrôler ce réactif, on ajoute à 25 cm³ d'eau distillée 1 cm³ de la solution silico-tungstique préparée et on l'examine au réfractomètre.

L'indice de réfraction de ce mélange doit être égal à 21,3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss à la température de 17°5 C. (Nd = 1,3356).

De même par de nombreux essais successifs, nous avons cherché à déterminer la quantité du réactif à employer.

Pour des raisons que nous avons déjà longuement exposées, il était important pour nous d'obtenir avec une quantité très faible du coagulant un sérum totalement débarrassé de matières protéiques. Afin de vérifier l'absence de ces matières, nous avons utilisé la réaction du biuret (1). C'est une réaction colorée qui permet de déceler la présence de matières protéiques même si la quantité est extrêmement petite (1/100.000).

(1) Réaction du biuret. Voici le mode d'emploi : On verse dans un tube à essais quelques centimètres cubes du sérum, on y ajoute son volume environ d'une solution de soude ou de potasse à 1/10 et on verse dans ce mélange, goutte à goutte, une solution de sulfate de cuivre à 1 % en ayant soin d'agiter après l'addition de chaque goutte de la solution cuivrique. Si le sérum renferme même des traces de matières protéiques il prend une coloration variant du rose au rouge violacé.

Nous avons résumé nos recherches dans le tableau ci-dessous qui représente les résultats moyens de 20 essais.

SÉRIE	QUANTITÉ DE LAIT	Cm ³ DE RÉACTIF	INDICE DE RÉFRACTION	OBSERVATIONS
1	25 cm ³	0,5	40,8	Sérum trouble, biuret positif.
2	25 cm ³	0,65	40,6	Sérum opaluent, biuret positif.
3	25 cm ³	0,75	40,6	Sérum clair, biuret incertain.
4	25 cm ³	1,	40,7	Sérum <i>très clair</i> , biuret négatif.

TECHNIQUE DE LA MÉTHODE.

Pour préparer le lacto-sérum silico-tungstique, nous procédons de la façon suivante :

Nous prélevons exactement 25 cm³ de lait que nous introduisons dans becher. Ensuite, nous y versons goutte à goutte 1 cm³ du réactif silico-tungstique à 50 %, — à l'aide d'une pipette de 1 cm³ (gradué 1/10) très effilée — en agitant énergiquement le becher, de façon à ce que le réactif se mélange intimement au lait. Ceci fait, nous jetons rapidement le mélange sur un filtre à plis préalablement préparé. Après avoir rejeté les premières gouttes sur le filtre, on recueille le sérum.

Le sérum ainsi obtenu est clair, limpide complètement débarrassé de matières protéiques, se rapproche par conséquent de l'état de solution vraie. Il est prêt à être examiné au réfractomètre.

Réfractomètres

Il existe dans le commerce toute une série d'appareils, tels que le réfractomètre de FERRY, l'oléoréfractomètre de d'AMMAGAT et JEAN, le réfractomètre de WOLNY, d'ABBE-ZEISS, le réfractomètre à immersion de Zeiss, etc... sur la description desquels nous ne pouvons pas insister ici. Nous renvoyons tous ceux que la question intéresse à l'ouvrage très complet de SIDERSKY.

La plupart des auteurs recommandent aujourd'hui l'emploi du réfractomètre à immersion de Zeiss. C'est celui que nous avons adopté. En effet, il présente de nombreux avantages. D'emploi facile et rapide (il permet des essais en série), cet appareil est d'une précision remarquable.

Lecture. — La lecture se fait en degrés d'une échelle arbitraire, — c'est ce qui est très pratique — que l'on peut transformer au moyen de tables spéciales en indices réels (Nd).

Il importe de faire cette lecture rapidement, car l'indice de réfraction des lacto-sérums augmente avec le temps. SCHUTZ et WEINS ont constaté une élévation de l'indice de réfraction du sérum chlorurocalcique, quand ce sérum reste quelques temps en contact avec le coagulum. Ils supposent que cela est dû à la redissolution des sels calcaires précipités par l'ébullition.

Mais au cours de notre travail, nous avons remarqué que même après filtration, l'indice de réfraction de sérums chloruro-calcique, chloruro-mercurique et silico-tungstique augmente progressivement, pour des raisons que nous ignorons d'ailleurs totalement.

Nous avons pris l'indice réfractométrique de ces sérums à intervalle d'une heure environ pendant 6 heures.

DATE	CaCl ²	HgCl ²	R.S.T.	HEURE
9-III-32	38.8	42.2	40.8	2.30
—	39	42.4	41	3.30
—	39.05	42.4	41.1	4.30
—	39.1	42.45	41.1	5.30
—	39.1	42.45	41.1	6.30
—	39.2	42.5	41.1	7.30

Ces sérums ont été conservés dans des petits flacons bouchés, dans un endroit frais jusqu'au 24 mars. Leur indice de réfraction allait toujours en augmentant. Voici les résultats :

DATE	CaCl ²	HgCl ²	R.S.T.
10-III-32	39.4	42.85	41.25
11-III-32	39.5	42.85	41.25
12-III-32	39.55	42.9	41.25
15-III-32	40	43.2	41.35
24-III-32	40.2	43.4	41.45

Abréviations. — CaCl² : sérum chlorurocalcique.
HgCl² : sérum chloruromercurique.
R. S. T. : sérum silico-tungstique.

Cette augmentation de l'indice de réfraction du sérum ne peut être dû ni à la perte d'eau par évaporation — les flacons étaient bien bouchés — ni à la transformation du lactose en acide lactique; on devrait dans ce dernier cas constater plutôt une diminution; l'acide lactique ayant un indice réfractométrique inférieur au lactose. Nous ne pouvons que recommander de faire la lecture rapidement, si l'on veut avoir des résultats comparables et exacts.



CHAPITRE III

Variations de l'Indice de Réfraction du lacto-sérum silico-tungstique

On a constaté depuis longtemps que l'indice de réfraction des laits varie dans des limites relativement étroites. La plupart des auteurs qui se sont occupés de la question en ont fait une étude spéciale, pour les laits de leurs régions. Nous y avons suffisamment insisté dans l'historique; nous n'y reviendrons donc plus.

Nous avons également effectué pour près de 100 laits de la région de Nancy la détermination de l'indice de réfraction du sérum silico-tungstique. Afin de pouvoir titrer des conclusions nécessaires des résultats fournis par l'examen réfractométrique, nous avons soumis chaque lait à une analyse chimique aussi complète que possible.

Au cours de nos recherches, nous avons distingué :

- 1° *Les laits de grand mélange;*
- 2° *Les laits individuels et de petit mélange;*
- 3° *Les laits pathologiques.*

I. — LAITS DE GRAND MÉLANGE

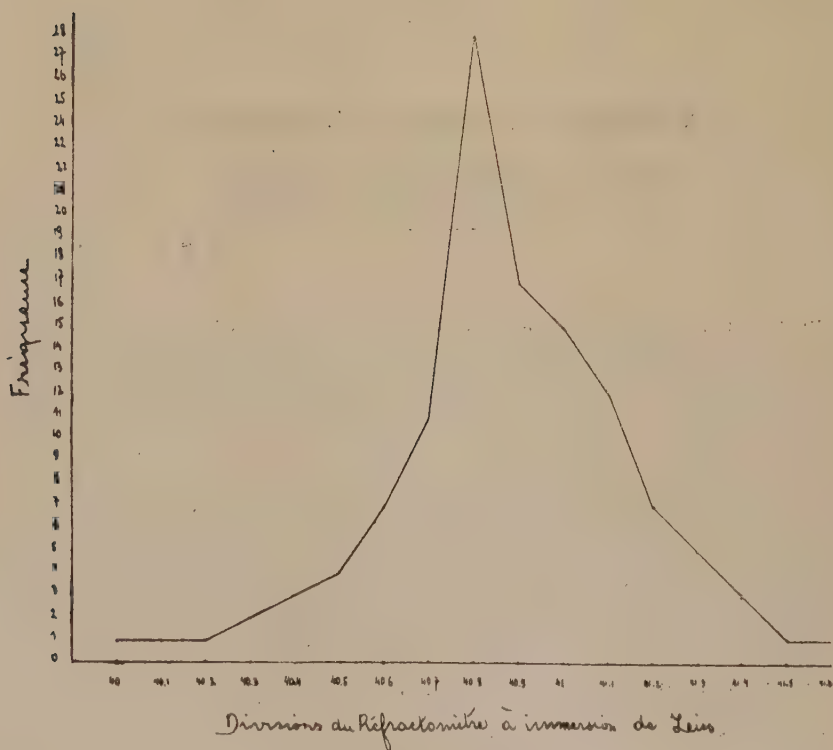
Ce sont des laits provenant d'un mélange de laits d'un très grand nombre de vaches.

L'indice de réfraction des laits de grand mélange de la région de Nancy varie — pour la méthode silico-tungstique — entre 40 et 41,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3427-1,3433$).

Voici exprimés graphiquement les résultats de nos analyses :

COURBE DE VARIATIONS DE L'INDICE DE RÉFRACTION

Méthode silico-tungstique



L'examen de cette courbe montre que l'indice le plus fréquent est de 40,8 ($N_d = 1,3430$). C'est donc ce chiffre que nous avons adopté comme base pour l'appréciation du mouillage.

L'addition de l'eau au lait — le mouillage — en diluant ses éléments solubles, diminue la concentration moléculaire du sérum, ce qui se traduit par un abaissement de l'indice de réfraction. Cet abaissement par rapport à l'indice réfractométrique moyen, est proportionnel à la quantité d'eau ajoutée.

Voici la formule qui permet d'apprécier ce mouillage :

$$E = V \frac{I_m - I_s}{I_m}$$

E est le volume de l'eau ajouté frauduleusement au volume V du lait.

I_m est l'indice réfractométrique moyen d'un lait normal.

I_s est l'indice réfractométrique d'un lait suspect de fraude.

Pour le réfractomètre à immersion de Zeiss, il y a lieu de faire une correction en tenant compte de l'indice de l'eau qui est de 15 divisions à 17°5 C. Il faut déduire chaque fois de l'indice réfractométrique moyen et de l'indice réfractométrique du lait suspect 15 divisions.

La formule pour le réfractomètre à immersion de Zeiss se présente par conséquent de la façon suivante :

$$E = V \frac{(I_m - 15) - (I_s - 15)}{(I_m - 15)}$$

Il est évident que si un lait présente primitivement un indice de réfraction élevé, un très faible mouillage peut passer inaperçu. Cela est surtout vrai pour les laits individuels et de petit mélange. Il n'en est pas de même pour les laits de grand mélange. Les variations de l'indice réfractométrique ne sont que d'une faible ampleur et un mouillage de 5 % peut déjà facilement être déterminé.

Ainsi, nous avons mouillé à différentes reprises des laits de très grand mélange provenant des 3 principales laiteries de Nancy. Comme les mouillages frauduleux dépassent rarement 20 %, nous avons mouillé nos laits successivement à 5, 10 et 20 %.

Voici les résultats :

TABLEAU

TABLEAU I

N ^{os}	1	2	3	4	5	1'	2'	3'	4'	5'	1"	2"	3"	4"	5"
Densité	1030.7	1031.5	1031	1032	1030.5	1030.9	1031.2	1030.9	1030.5	1031.5	1030.8	1031.2	1031.6	1032.2	1030.1
Extrait sec	123.5	121.9	120.5	123.6	122	123.6	122.9	120.1	126.2	120.6	123.4	122.7	123.2	120.7	119.6
Matières grasses...	36	33	33	35	36	34	35	33	37	33	36	34	35	33	34
Extrait sec dégraiss.	87.5	88.9	87.5	88.6	86	89.6	87.9	87.1	89.2	87.6	87.4	88.7	88.2	87.7	85.6
Lactose	47.9	48.4	49.1	49.7	48.2	48.1	48.5	49.5	48.3	47.1	50.1	49.3	49.7	47.1	47.8
M. P. T.....	33	33.8	34.1	31.5	30.3	31.8	32.4	30	33.8	33	31.2	31.2	29	33	30.9
Caséine	26.4	27	27.3	25.2	24.2	25.4	25.9	24	27	26.4	25	25	23.2	26.5	24.7
Cendres	6.9	7.1	7.5	7.4	7.5	6.7	7	7.5	7.15	7.5	7.1	7.7	7.3	7.5	6.9
NaCl	1.72	1.66	1.74	1.66	1.74	1.73	1.66	1.84	1.64	1.78	1.69	1.89	1.71	1.62	1.66
C. M. S. R.....	72.3	72.1	75.9	73.5	73	72.7	72.2	75	72.2	72.2	74.4	76	73.5	70.3	71.4
C. B.	82.4	83.9	86.6	86.7	85.7	81.6	83.5	87	84	84.6	85.6	87.7	86.2	84.6	82.3
Lait normal	40.6	40.5	40.65	40.6	40.7	40.5	40.6	40.7	40.5	40.6	40.5	40.55	40.7	40.5	40.45
Eau 5 %	39.25	39.2	39.6	39.3	39.75	39.3	39.4	39.4	39.2	39.25	39.3	39.3	39.4	39.25	39.2
— 10 %	38	37.8	38.2	38.1	38.25	38.1	38.2	38.2	38	38.2	38.2	38.2	38.3	38.2	37.9
— 20 %	35.5	35.45	35.6	35.6	35.65	35.5	35.55	35.5	35.45	35.5	35.6	35.55	35.6	35	35.3

Réfractométrie

Ces analyses nous ont permis de remarquer que l'indice de réfraction de laits de dépôts est légèrement au-dessous de l'indice moyen — 40,8 divisions — des laits de notre région.

Malgré cela, nous avons retrouvé les mouillages que nous avons pratiqués, même à 1 % près.

L'étude des variations de l'indice de réfraction nous permet de titrer les conclusions suivantes :

1° *L'indice de réfraction de laits de grand mélange varie entre 40 et 41,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3427-1,3433$).*

2° *Tout lait de grand mélange dont l'indice réfractométrique du lactosérum silico-tungstique est inférieur à 40 divisions est suspect de mouillage.*

3° *Si l'indice réfractométrique est inférieur à 39,5 divisions ($N_d = 1,3425$), le mouillage est certain.*

4° *Pour déceler le mouillage de laits de grand mélange, la réfractométrie est un moyen sûr et rapide.*

Nous ne voulons pas prétendre qu'à elle seule elle soit suffisante. C'est une méthode de triage très rapide, mais une analyse chimique complète doit être faite dans tous les cas douteux. Seule l'association de l'analyse chimique à cette constante physique permettrait de se prononcer.

II. — LAITS INDIVIDUELS ET DE PETIT MÉLANGE

L'indice de réfraction des laits individuels et de petit mélange varie de telle façon qu'il est difficile de donner des chiffres limites.

Au cours de nos recherches nous avons constaté, que l'indice réfractométrique de ces laits varie le plus souvent entre 38 et 42 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3420-1,3435$). Mais quelquefois, l'indice des laits individuels était inférieur à 38 divisions. Ainsi nous avons obtenu avec un lait pris à la traite, provenant d'une vache saine, un indice de 36,7 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss ($N_d = 1,3415$).

Etant donné la faible composition de ce lait (voir analyse n° 1, p. 38), il pourrait être accusé de mouillage. En se basant sur la réfractométrie ou même sur l'extrait sec dégraissé, ce mouillage pourrait être évalué à 16 % environ. Ceci est un exemple frappant qui prouve combien il faut être prudent — vu les très grandes variations de la composition des laits

individuels ou des laits provenant d'un mélange de laits de deux ou trois vaches seulement — avant de se prononcer.

Dans tous les cas de fraudes sur des laits individuels ou de petit mélange, un prélèvement de comparaison s'impose. Il devrait être effectué dans des conditions analogues à celles dans lesquelles a été prélevé le lait suspect. Ce n'est que la comparaison des résultats de deux analyses complètes, qui permettrait de conclure.

MAI et ROTHENFUSSE ont fait une étude spéciale sur la « Réfractométrie du sérum chloruro-calcique de laits individuels ». Ils affirment que l'indice réfractométrique de ces laits — aussi bien que celle de laits de mélange — est *très peu influencé* par les facteurs intervenant dans les variations de la composition du lait, tels que *l'âge de l'animal, l'époque de lactation, l'allaitement du veau et même les brusques changements du régime alimentaire*.

Nous n'avons pas fait une étude spéciale de la question — cela sort du cadre de notre travail — mais les nombreuses analyses des laits individuels que nous avons faites nous ont montré que les affirmations de MAI et ROTHENFUSSE ne sont pas toujours justifiées.

Voici à titre d'exemple 3 analyses des laits individuels, prélevés à la traite :

	Réfractométrie		
	N° 1	N° 2	N° 3
Lait	—	—	—
Date	3-VI-32	1-VII-32	10-IX-32
Densité	1026.7	1031.	1028.6
Extrait sec	103.8	120.1	108.2
Matière grasse	33	30	25
Extrait sec dégraissé	70.8	90.1	88.2
Lactose	44	50	44.7
Matières protéiques	20.5	33.2	31.3
Cendres	6.3	7.2	7.2
NaCl	1,96	1,92	1,82
C. M. S. R.		72.8	69.5
C. B.	75.5	86	80.7
M. Chlorurocalcique	35.2	38.2	36.3
M. Chloruomercurique	38.2	41.55	39.4
M. Silico-tungstique	36.7	40.2	38.1

Ces laits provenant d'une vache saine qui au moment de la première analyse était fraîche à lait et a subi (par l'achat) un brusque changement de nourriture. Ceci expliquerait la faible teneur du lait N° 1 en ces éléments constitutifs, ainsi que l'indice réfractométrique très bas pour les 3 méthodes : chlorurocalcique, chloruromercurique et silicotungstique. Comme nous l'avons déjà dit (page 37), la réfractométrie du lait n° 1 ainsi que sa composition permettraient de soupçonner un mouillage de 16 % environ.

Au bout d'un mois, la composition du lait et son indice de réfraction — lait n° 2 — deviennent presque normaux. Or cela coïncide avec un nouveau changement du régime alimentaire. En effet, à la fin du mois de juin, la vache est placée dans un très bon pâturage.

Deux mois plus tard, la vache ayant pour la troisième fois changé de régime (foin et tourteaux à l'étable) la composition du lait et son indice réfractométrique baissent très sensiblement (lait n° 3).

Ce n'est qu'un exemple, et il est évident qu'à lui seul il ne permet pas de tirer des conclusions. La question demanderait une étude approfondie. Mais il semble déjà que les affirmations de MAI et ROTHENFUSSEER n'ont rien d'absolu.

D'une façon générale, on peut dire que *l'emploi des constantes physiques ou chimiques se montre insuffisant pour déterminer les fraudes des laits individuels.*

Nous ne saurons à cette occasion que répéter les paroles si justes de notre maître M. le Professeur M. BOUIN : « *Il faut toujours être extrêmement prudent avec des laits individuels et ne se prononcer qu'après comparason des résultats analytiques avec ceux de l'échantillon prélevé à la traite* ».

III. — LAITS PATHOLOGIQUES

La réfractométrie des laits pathologiques fut déjà beaucoup discutée.

Certains auteurs, notamment RIPPER, ont soutenu que la détermination de l'indice de réfraction permet de déceler rapidement les laits de vaches malades :

D'autres, tels que ERTEL, WITTEMANN, SCHNORF, HENSEVAL et MÜLLER, etc..., ont contredit les affirmations de RIPPER. Ils ont constaté que l'indice de réfraction des laits provenant de vaches malades *n'est pas*

toujours abaissé; que même dans certaines maladies, le lait des quarties sains peut conserver un indice normal.

Les travaux récents de LATAIX ont permis de regarder la question sous un jour nouveau. Cet auteur nous montre, en effet, que les indices de réfraction des lacto-sérums se classent suivant la richesse du lait en lactose, parce que le lactose représente plus des 5/6 des matières en solution dans ces sérums. Or, nous savons que la teneur en lactose des laits pathologiques diminue souvent d'une façon très sensible.

Il est évident que dans les cas où cette diminution n'est pas suffisamment compensée par l'augmentation de la teneur en chlorure, l'indice de réfraction baisse; par contre dans le cas où l'équilibre isotonique est rétabli, l'indice réfractométrique peut rester normal.

Les difficultés de nous procurer des laits de vaches malades ne nous ont pas permis d'étudier cette question de près. — Nous n'avons analysé que deux laits d'une vache hollandaise atteinte de mammite — pris à l'étable par les agents du Service de répression des fraudes.

N° 13-294 N° 13 bis-294
du 12-X-31 du 14-X-31

Densité	1021.3	1019
Extrait sec	137.7	187.2
Matière grasse	67	103
Extrait sec dégraissé	70.8	84.2
Lactose + acidité	27.9	27.3
Matières protéiques	37.5	36.5
Cendres	9.7	9.6
NaCl.	2.66	2,6
C. M. S. R.	65.6	62.9
C. B.	76.8	75.5
Réfractométrie (R. S. T.)..	36.2	35.9

J. CERF a publié à ce sujet dans son *Etude comparative des différentes constantes* quelques analyses que nous reproduisons ici.

Le sérum a été préparé par la méthode chloruromercurique d'Am-buhl et Weiss et examiné au réfractomètre à immersion de Zeiss).

1° Lait provenant d'une vache ayant eu un refroidissement :

	Analyse du 20-III-30		Analyse du 26-III-30	
	I. R. HgCl ²	Lactose gr. 0/00	I. R. HgCl ²	Lactose gr. 0/00
I quartier devant gauche.	41.7	22.9	34.5	46.503
II quartier derrière gauche.	37.4	15.96	32.4	34.451
III quartier devant droit...	41.9	48.25	41.8	45.827
IV quartier derrière droit..	42.5	47.32	41.7	48.130

2° Lait prélevé après l'avortement d'une vache :

	Analyse du 26-II-30		Analyse du 13-III-30	
	I. R. HgCl ²	Lactose gr. 0/00	I. R. HgCl ²	Lactose 0/00
I. quartier devant gauche.	34.3	19.52	36.9	35.23
II. quartier derrière gauche	36.7	30.10	39.2	39.2
III. quartier devant droit..	39.8	39.79	41.8	47.52
IV. quartier derrière droit.	37.5	32.81	39.1	47.39

Ces analyses ne peuvent que confirmer le rôle prépondérant joué par le lactose dans les variations de l'indice réfractométrique des laits pathologiques. On s'aperçoit en effet, que *chaque indice de réfraction bas correspond à une faible teneur en lactose*. Par contre, le lait des quartiers dont le lactose n'a pas diminué présente un indice normal. Il arrive même souvent que le lait de chaque quartier d'une vache gravement malade conserve un taux de lactose normal et par conséquent un indice réfractométrique normal.

ERTEL cite plusieurs cas où des vaches cliniquement malades présentaient un indice de réfraction — pour la méthode acétique de RIPPER — supérieur à 1,3440 (d'après RIPPER, l'indice de réfraction de laits normaux varie entre 1,3430 et 1,3442).

WITTMANN a également trouvé pour un lait d'une vache atteinte d'entérite tuberculeuse un indice réfractométrique normal (Nd = 1,3441).

SCHNORF, HENSEVAL et MÜLLIE, RIEVEL et d'autres citent des cas analogues.

Ceci se conçoit aisément, si l'on tient compte du rôle du lactose dans la réfractométrie des lacto-sérums. C'est seulement dans les cas où la maladie de la vache provoque une diminution du lactose que l'indice réfractométrique baisse.

Nous concluerons: 1° *avec tous les contradicteurs de Ripper, que la réfractométrie ne peut pas être utilisée pour reconnaître les laits de vaches malades.*

2° *d'une façon générale, l'indice de réfraction d'un lait individuel — (qu'il soit normal ou pathologique) — est sujet à de telles variations qu'il ne peut pas être pris comme base d'appréciation.*



CHAPITRE IV

Réfractométrie des vieux laits

Nous avons été amené à étudier la variation de l'indice de réfraction des vieux laits par les difficultés que nous avons rencontrées dans la recherche du mouillage des laits prélevés par le Service de répression des Fraudes.

Pour des laits frais, il existe toute une série de méthodes physiques et chimiques permettant de déterminer le mouillage avec une précision suffisante. Or, ces méthodes ne sont pas toujours applicables à des laits vieux, dont le degré d'altération est plus ou moins avancé sous l'influence du temps et des antiseptiques.

Nous n'avons pas tenu à reprendre dans le présent travail l'étude de toutes les méthodes de préparation de lacto-sérums pour la réfractométrie. Tous les auteurs sont d'accord pour admettre que de toutes les méthodes connues jusqu'à ce jour, deux seulement : la *méthode chlorurocalcique* d'ACKERMANN et la *méthode chloruromercurique* d'AMBUHL et WEISS sont à retenir. Ce sont elles que nous avons choisies pour les comparer à la méthode silicotungstique dans l'étude réfractométrique des vieux laits conservés au bichromate de potassium.

En résumé il s'agissait pour nous :

1° *De suivre les variations de l'indice de réfraction du lacto-sérum pendant plusieurs mois, pour en déterminer les limites ;*

2° *De comparer la valeur de trois méthodes : chlorurocalcique, chloruromercurique et silicotungstique ;*

3° *D'établir éventuellement une formule de correction.*

I. — LES VARIATIONS DE L'INDICE RÉFRACTOMÉTRIQUE AVEC VIEILLISSEMENT DU LAIT

Pour avoir des échantillons analogues à ceux du Service de répression des fraudes, nous conservions notre lait avec du bichromate de po-

tassium — 1 gr. par litre — dans des bouteilles de 250 cm³ préalablement stérilisées. Les flacons pleins étaient conservés dans une cave, à l'abri de la chaleur et de la lumière.

Pour commencer une série d'analyses, nous prenions habituellement 5 litres de lait, afin que l'observation puisse durer un temps assez long. Après avoir soigneusement agité le lait nous en mesurons 4 litres; additionné de bichromate de potassium, ce lait a été conservé dans des conditions indiquées plus haut. Le cinquième litre a été analysé immédiatement sans addition de bichromate de potassium. Nous faisons également l'analyse complète sur une partie du lait bichromaté — après la dissolution complète du bichromate de potassium — afin de noter les modifications subies sous l'influence de l'antiseptique. Les résultats de ces deux analyses servent de base dans l'étude des variations de la série.

Nous procédions chaque fois à une analyse aussi complète que possible. Voici les opérations que nous avons effectuées :

- 1° Densité à 15° C.
- 2° Matière grasse.
- 3° Extrait sec.
- 4° Extrait sec dégraissé.
- 5° Matières protéiques totales.
- 6° Lactose hydraté.
- 7° Chlorures (exprimés en Na Cl).
- 8° Cendres.
- 9° Constante moléculaire simplifiée (MATHIEU et FERRÉ, C. M. S. R).
- 10° Constante lactose + 5 cendres (P^r BOUIN, L + 5 C).
- 11° Acidité.
- 12° Réfractométrie.

Pour le dosage de la matière grasse nous avons employé la méthode acido-butyrométrique de GERBER.

L'extrait sec a été obtenu par la méthode de HINARD.

Pour déterminer les matières protéiques, nous avons dosé l'azote total par la méthode KJELDAHL et multiplié le résultat par le coefficient 6,39.

Le lactose a été déterminé à la fois par voie polarimétrique en utilisant la méthode de M. le Professeur BOUIN et par voie chimique, par la méthode de G. BERTRAND.

Les chlorures exprimés en Na Cl ont été dosé spar la méthode CHARPENTIER-VOLHARD.

Les cendres par calcination très lente et pesée.

L'acidité a été exprimée en grammes d'acide lactique par litre.

Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut la réfractométrie a été déterminée à la fois par les trois méthodes suivantes :

- a) la méthode chlorurocalcique d'ACKERMANN;
- b) la méthode chloruromercurique d'AMBUHL et WEISS;
- c) la méthode silicotungstique.

Dans les dernières séries d'essais nous avons aussi procédé au dosage de l'*azote total du lacto-sérum* par la méthode KJELDAHL.

Pour suivre les variations de l'indice de réfraction dans le temps, nous avons observé 25 séries de laits pendant 3 ou 4 mois. Dans chaque série nous avons répété les analyses complètes dans les conditions indiquée ci-dessous, et à des intervalles variables. Pour certaines de ces séries les analyses se répétaient toutes les deux semaines environ, pour d'autres, l'intervalle entre deux analyses consécutives ne dépasse pas une semaine.

Pour deux séries enfin, nous avons fait journellement des déterminations de l'indice de réfraction pour mieux fixer l'allure des variations.

Les résultats de ces observations sont résumés dans une série de tableaux qui suivent :

LAIT « D »

Date (1932)...	3-III	4-III	6-III	13-III	20-III	27-III	3-IV	10-IV	17-IV	24-IV	1-V	8-V	15-V	22-V	29-V	4-VI	12-VI	26-VI
Densité	1031.5	1031.5	1031.7	1031.4	1031.7	1031.7	1031.7	1031.7	1031.7	1031.9	1031.5	1031.7	1031.7	1031.7	1031.9	1031.9	1031.9	1031.9
Extrait sec...	123.6	123.6	123.4	122.8	122.8	122.8	122.6	122.6	122.6	122.6	122.6	122.4	121.2	121.2	121	121	121.8	120.5
Mat. grasse .	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Ext. sec dég.	89.6	89.6	89.4	88.8	88.8	88.8	88.6	88.6	88.6	88.6	88.6	88.4	87.2	87.2	87	87	86.8	86.5
Lactose	50.08	50.08	50	50	50	49.2	49.2	49.2	49.2	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	47.2	47.2	47.2	47.2
M. P. T.	33.57	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cendres.	7.6	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.5	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
NaCl	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69
C. M. S. R..	74	74	74	74	74	73.2	73.2	73.2	73.2	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	71	71	71	71
C. B.	88.1	87.1	87.1	87.1	87.1	86.2	86.7	86.2	86.2	85.15	85.15	88.15	86.15	85.15	83.7	83.7	83.7	83.7
CaCl ²	39.1	39.7	39.7	39.8	39.8	40	40.2	40.3	40.4	40.5	40.6	40.75	40.7	40.75	40.9	40.9	40.9	41
HgCl ²	42.55	43	43	43.1	43.1	43.15	43.15	43.2	43.3	43.5	43.6	43.7	43.8	43.8	43.9	43.9	43.95	43.95
R. S. T.	41.1	41.6	41.6	41.6	41.6	41.6	41.65	41.65	41.65	41.7	41.7	41.7	41.75	41.75	41.75	41.75	41.75	41.75
Acidité	1.8	2.3	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.8	3.8	3.8	4

Réfractométrie

LAIT « S »

Date (1932)	27-II	28-II	5-III	12-III	19-III	26-III	2-IV	9-IV	16-IV	23-IV	30-IV	7-V
Densité	1032	1032	1032	1032.2	1032.5	1032.8	1032.5	1032.5	1032.7	1032.5	1032.5	1032.6
Extrait sec	125.8	125.8	125.7	125.7	125.5	125.5	125.3	125.3	125.3	125	124.3	124
Matière grasse	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Extrait sec dégraissé.....	90.8	90.8	90.7	90.7	90.5	90.5	90.3	90.3	90.3	90	89.3	89
Lactose	50	50	50	49.67	48.96	48.96	48.96	48.96	48.65	48.65	48.1	48.1
Matières protéiques totales..	30.1	30.1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.9	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7	7.4	7.4	7.7	7.4	7.4	7.8
NaCl	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
C. M. S. R.....	73.6	73.6	73.6	73.3	72.7	72.7	72.7	72.7	72.1	72.1	71.6	71.6
C. B.	89.5	89.5	89	88.2	87.5	87.5	86	86	87.1	85.6	85.1	87.1
CaCl ²	39.2	38.80	40.35	40.4	40.8	40.85	41.1	41.1	41.2	41.3	41.7	41.45
HgCl ²	42.65	43.4	43.7	43.7	43.95	44	44.3	44.3	44.3	44.4	44.4	44.3
R. S. T.	41.2	41.95	42.1	42.15	42.2	42.3	42.3	42.3	42.3	42.3	42.35	42.35
Acidité	1.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	3.5	3.5	3.5	3.8	3.9	4.2

Abréviations:

M. P. T.: Matières protéiques totales.

C. M. S. R.: Constante moléculaire simplifiée réelle.

C. B.: Constante Bouin.

CaCl²: Méthode chlorurocalcique d'Ackerman.

HgCl²: Méthode chloruromercure d'Ambuhl et Weiss.

R. S. T.: Méthode silico-tungstique.

Réfractionmètre

LAIT N° I

Date	30-V-31	1-VI-31	13-VI-31	23-VI-31	12-VII-31	23-VII-31	2-VIII-31
Densité	1032.3	1032.1	1032.1	1032.6	1032.7	1032.6	
Matière grasse	20	20	20	20	19.5	19.5	
Extrait sec	107.3	107.1	106.8	106.6	106.5	106.4	
Extrait sec dégraissé	87.3	87.1	86.8	86.6	86.5	86.4	
M. P. T.	20.3	20.3	»	»	»	»	
Lactose	50.7	50.7	44.1	43.6	42.7	41.8	
Cendres	7.3	7.5	7.3	7.3	7.2	7.4	7.2
NaCl	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
C. M. S. R.	73.2	73.2	66.3	65.8	64.9	64	
C. B.	87.2	88.2	80.6	80.1	78.7	78.8	
R. S. T.	40.7	41.3	41.25	41.3	41.35	41.4	41.3
HgCl ²							
CaCl ²	39.25	39.8	41	41	42.5	42.2	45.4
Acidité	2.3 frais	3.1	4.7	4.3	5.2	5.8	7.2 altéré bien

Réfractométrie

LAIT N° 2

Date	5-VI-31	6-VI-31	13-VI-31	23-VI-31	14-VII-31	24-VII-31	16-VIII-31	27-VIII-31
Densité	1030.8	1030.9	1030.9	1031	1031.1	1031.3	1031	1031.3
Matière grasse	34	34	34	34	34	33.5	33.5	34
Extrait sec	120.4	120.7	120.5	120.9	119.3	118	118.3	116.8
Extrait sec dégraissé	86.4	86.7	86.5	86.9	86.3	84.5	86.3	82.8
Lactose	51.8	51.8	49.2	48.3	47	46.8	46	45.2
M. P. T.	27.2	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.4	7.4	7.2	7.4	7.3	7.4	7.4	7.4
NaCl	1.68	1.78	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
C. M. S. R.	75.8	75.8	73.1	72.1	70.6	70.5	69.6	68.8
C. B.	88.8	88.8	85.2	85.3	83.5	83.8	83	82.2
CaCl ²	39.85	40.4	40.8	41.8	41.8	42.2	43.1	43.7
HgCl ²								
R: S. T.	41.6	42.2	42.2	42.2	42.35	42.4	42.6	42.8
Acidité	1.9	2.6	3.2	4	4.7	5	5.8	7.9

Réfractométrie

LAIT N° 3

Date (1031)	10-VI	11-VI	18-VI	25-VII	9-VIII	25-VIII	9-X	16-X	19-X
Densité	1031.4	1031.2	1031.2	1031.4	1031.3	1031.4	1031.3	1031.6	
Matière grasse	35	35	34	34	33	34	34	34	34
Extrait sec	123.1	122.6	122.6	121.9	120.3	121.9	121.7	121.2	119.4
Extrait sec dégraissé	88.1	87.6	87.6	87.8	87.5	87.9	87.7	87.2	85.4
Lactose	51.4	51.2	49.6	49.1	48	46.9	45.6	45	
M. P. T.	29.2	28.8	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.5	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5
NaCl	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
C. M. S. R.	76.2	76	75.2	73.8	72.6	71.5	70	69.5	
C. B.	88.9	89.2	87.6	86.6	85.5	84.4	83.6	82.5	
CaCl ²	39.4	39.7	40.2	40.9	41.1	41.5	42	42.5	42.9
HgCl ²									
R. S. T.	40.8	41.2	41.3	41.35	41.3	41.25	41.3	41.2	41.3
Acidité	2.0	2.7	3.2	3.6	4.3	4.9	5.2	5.5	7.3

Réfractométrie

LAIT N° 4.

Date (1931)	25-VI	26-VI	26-VII	20-VIII	17-IX	26-IX	20-X	28-X	17-XII
Densité	1031.1	1031.5	1031.5	1031.5	1031.5	1031.7	1031.9	1031.5	1031.7
Matière grasse	34	34	34	33	34	33.5	34	34	34
Extrait sec	123.7	123.7	122.7	123.4	122.7	121.9	122.2	121.1	120.9
Extrait sec dégraissé	89.7	89.7	88.2	89.4	88.2	88.4	88.2	87.1	86.9
Lactose	50.9	50.9	48.7	47.3	47.1	47	46.8	46.2	45.7
M. P. T.	31.4	31.1	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.4	7.7	7.7	7.4	7.4	7.4	7.8	7.4	7.8
NaCl	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
C. M. S. R.	74.7	74.7	72.4	70.9	70.7	70.6	70.4	69.7	69.2
C. B.	79	89.4	87.2	84.3	84.1	84	85.8	83.2	84.7
CaCl ²	39.2	39.75	40.1	40.9	42	42.1	42.2	42.5	43
HgCl ²	42.5	42.9						43.5	43.65
R. S. T.	41.2	41.5	41.65	41.65	41.65	41.75	41.65	41.75	41.9
Acidité	1.8	2.6	3.6	4.9	5.5	5.6	5.8	6.1	6.4

Réfractométrie

LAIT N° 5

Date (1931)	9-IX	10-IX	25-IX	7-X	21-X	18-XI	29-XI	18-XII
Densité	1030.8	1030.9	1030.9	1031.5	1031.6	1031.5	1031.2	1031.2
Extrait sec	125.4	125.6	125	124.6	123.1	122.8	122.3	121.6
Matière grasse	36	36	36	36	36	36	36	36
Extrait sec dégraissé	89.4	89.6	89	88.6	87.1	86.8	86.3	85.6
Lactose	51.7	51.7	50.9	49.2	48.8	48.3	47.5	47.2
M. P. T.	30.4	30.6	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.3	7.3	7.5	7.3	7.3	7.3	7.1	7.2
NaCl	1.85	1.85	1.85	1.85	1.78	1.78	1.78	1.78
C. M. S. R.	78.1	78.1	77.2	75.5	74.2	73.6	72.8	72.5
C. B.	88.2	88.2	88.4	85.7	85.3	84.8	83	83.2
CaCl ²	39	39.4	40.15	40.35	41	41.9	41.5	41.9
HgCl ²	42.5	42.95	43.1	43.1	43.3	43.35	43.5	43.65
R. S. T.	41	41.55	41.55	41.6	41.6	41.7	41.7	41.75
Acidité	1.8	2.6	3.3	3.8	4.5	4.5	5.0	5.5

Réfractométrie

LAIT N° 6

Date (1931-1932)	31-IX	22-IX	10-X	10-X	10-X	19-XI	20-XII	19-I	19-II
Densité	1030.8	1030.9	1030.8	1031.4	1031.4	1031.1	1031.2	1031.4	
Extrait sec	122.8	123	122.6	121.9	120	120	119.2	119.5	
Matière grasse	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Extrait sec dégraissé	16.8	87	86.6	85.9	84	84	83.2	83.5	
Lactose	50	50	49.9	48.1	47.6	47.6	47.3	46.4	
M. P. T.	29	»	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.8	7.9	7.9	7.7	7.8	7.8	7.8	7.6	7.8
NaCl	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
C. M. S. R.	74.8	74.8	74.1	73.8	72.2	72.2	72	71.1	
C. B.	89	89.5	89.4	86.6	86.6	86.6	86.3	84.4	
CaCl ²	38.8	39.25	41.5	42.2	42.9	42.9	43.3	44	44.2
HgCl ²	42.25	42.75	42.8	42.8	42.9	42.9	43.25	43.4	43.8
R. S. T.	40.75	41.3	41.3	41.5	41.6	41.6	41.65	41.7	41.75
Acidité	1.95	2.9	4.3	4.6	5.5	5.5	6.6	6.3	6.3
									Altéré, bleu

Réfractométrie

LAIT N° 7

Date (1931)	22-IX	23-IX	4-X	25-X	5-XI	24-XI	6-XII	31-XII
Densité	1031.8	1031.8	1031.8	1031.9	1031.9	1032.2	1032	1031.9
Extrait sec	125.4	125.4	125	124.3	123.7	122.5	122	121.8
Matière grasse	35	35	35	35	35	35	35	35
Extrait sec dégraissé	90.4	90.4	90	89.3	88.7	87.5	87	86.8
Lactose	50.2	50.2	49.8	48.1	47.7	47	46.8	45.3
M. P. T.	33.7	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.8	7.3	7.5
NaCl	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
C. M. S. R.	75.7	75.7	75.3	73.5	73	72.3	72.1	70.5
C. B.	87.7	87.7	87.3	85.1	85.2	86	83.3	82.8
CaCl ²	39.2	39.7	39.9	40.3	40.8	40.9	41.2	41.8
HgCl ²	42.5	42.95	42.95	43	43.3	43.4	43.55	43.65
R. S. T.	41.2	41.7	41.8	41.85	41.85	41.9	41.9	41.9
Acidité	1.8	2.6	3.0	3.6	3.9	4.3	4.7	5.2

Réfractométrie

LAIT N° 8

Date (1931)	23-IX	24-IX	23-X	21-XI	21-XII	8-I	8-II
Densité	1031.1	1030.9	1030.9	1031.2	1031.1	1031.1	1031
Extrait sec	130	130	128.5	127.2	126.8	126	125.2
Matière grasse	38	38	38	38	38	38	38
Extrait sec dégraissé	92	92	90.5	89.2	88.8	88	87.2
Lactose	49.7	49.7	47.6	47.4	46.7	45.3	45.8
M. P. T.	34.9	34.9	»	»	»	»	»
Cendres	7.4	7.3	7.2	7.4	7.4	7.3	7.4
NaCl	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69
C. M. S. R.	74	74	72.2	72	71.2	70.2	71.3
C. B.	86.7	86.2	83.6	84.4	83.7	81.8	82.8
CaCl ²	38.95	39.55	40.35	41.3	41.9	42.2	42.9
HgCl ²	42.3	42.8	42.95	43	43.3	43.35	43.55
R. S. T.	40.9	41.4	41.45	41.45	41.55	41.6	41.6
Acidité	1.9	2.7	4.6	5.0	5.8	6.0	5.8

Réfractométrie

LAIT N° 9

Date (1931-1932)	30-IX	1-X	20-X	12-XI	25-XI	16-XII	22-XII	12-I	22-I	5-II
Densité	1031.5	1031.6	1031.5	1031.4	1031.4	1031.9	1031.5	1031.4	1031.2	1031.4
Extrait sec	125.1	125.3	125.1	124.8	124.2	123.9	124	123.2	122.8	121.2
Matière grasse	37	37	37	36	37	37	37	37	37	37
Extrait sec dégraissé	88.1	88.3	88.1	88.8	87.2	86.9	87	86.2	85.8	84.2
Lactose	50.1	50.1	50.1	49.96	47.7	47.7	47.3	46.7	46.7	46.2
M. P. T.	30.4	30.4	30.4	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.6	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4
NaCl	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.78	1.74	1.74	1.74
C. M. S. R.	74.9	74.9	74.9	74.8	72.5	72.5	72.5	71.4	71.4	70.6
C. B.	88.1	87.6	87.6	87	84.7	84.7	83.8	83.2	83.7	83.2
CaCl ₂	38.7	39.15	40.1	40.5	40.65	40.7	41	41.3	41.3	41.5
HgCl ₂	42.3	42.65	42.65	42.8	42.85	42.85	42.9	42.9	42.95	43.2
R. S. T.	40.8	41.2	41.2	41.2	41.25	41.25	41.25	41.2	41.3	41.3
Acidité	1.9	2.7	2.9	4.6	4.9	5.1	5	5.2	5.5	5

Réfractométrie

LAIT N° 10

Date (1931-1932)	3-X	29-X	12-XI	25-XI	15-XII	22-XII	12-I	22-I	4-II
Densité	1030.7	1030.6	1031.2	1030.7	1031	1031.1	1030.7	1030.8	1030.9
Extrait sec	124.4	124.4	124.1	123.7	123.4	124.8	122.2	121.3	121
Matière grasse	37	37	36.5	36	36	36	36	36.5	37
Extrait sec dégraissé	87.4	87.4	87.1	87.2	87.4	86.8	86.2	84.8	84
Lactose	50.1	50.1	49.9	49.4	48.7	47.85	46.7	46.7	46
M. P. T.	30.5	30.2	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.1	7.3	7.3	7.2	7.1	7.1	7.3	7.1	7.2
NaCl	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69
C. M. S. R.	74.4	74.4	74.1	73.6	73	72.2	71.9	70.8	70.1
C. B.	85.6	86.6	86.4	85.4	84.2	84.35	83.7	82.2	82
CaCl ²	38.6	39.3	40	40.7	40.75	40.9	41.1	41.5	41.75
HgCl ²	41.8	42.35	42.45	42.5	42.6	42.65	42.7	42.7	42.95
R. S. T.	40.5	40.9	40.9	41	41	41.1	41.15	41.1	41.2
Acidité	2	2.7	3.8	4.4	4.6	4.8	4.9	5.4	5.5

Réfractométrie

LAIT N° II

Date (1931-1932)	8-X	9-X	3-XI	26-XI	7-XII	23-XII	9-I	24-I
Densité	1030.6	1030.7	1030.7	1030.7	1030.9	1030.9	1030.9	1031.4
Extrait sec.	123.2	123.2	123.1	122.6	122.1	121.8	121	120.6
Matière grasse	35	35	35	35	35	35	35	35
Extrait sec dégraissé	88.2	88.2	88.1	87.6	87.1	86.8	86	85.6
Lactose	49.7	49.7	49.4	48.9	48.1	47.9	47.1	47.1
M. P. T.	31.2	31.2	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.3	7.3	7.4	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3
NaCl	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71
C. M. S. R.	73.5	73.5	73.2	72.5	71.7	71.5	70.6	70.6
C. B.	86.2	86.2	86.4	85.4	84.1	84.4	83.6	83.6
CaCl ¹²	38.85	39.5	39.75	39.8	40.3	40.8	41.3	42
HgCl ¹²	42.2	42.65	42.75	42.8	43	43.15	43.3	43.4
R. S. T.	40.8	41.25	41.25	41.3	41.3	41.3	41.35	41.4
Acidité	2.2	2.5	2.6	2.8	3.2	3.5	4.2	5.4

Réfractométrie

LAIT N° 12

Date (1931-1932)	12-X	13-X	3-XI	26-XI	4-XII	23-XII	11-I	23-I
Densité	1030.7	1030.7	1030.7	1030.9	1030.9	1031	1031	1031.2
Extrait sec	127.1	127.1	126.3	126	126.1	125.8	125.5	125.5
Matière grasse	38	38	38	38	38	38	38	38
Extrait sec dégraissé	89.1	89.1	88.3	88	88.1	87.8	87.5	87.5
Lactose	49.7	49.7	48.9	48.5	47.7	47.2	47.2	46.8
M. P. T.	31.9	31.9	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.5	7.5	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.4
NaCl	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
C. M. S. R.	749	749	74	73.5	72.5	72	72	71.6
C. B.	87.2	87.2	85.9	85.5	85.2	84.8	84.8	83.8
CaCl ²	8.8	39.3	39.7	39.9	40	40.5	41.2	41.2
HgCl ²	42.2	42.7	42.9	43	43.1	43.2	43.35	43.4
R. S. T.	40.7	41.35	41.5	41.65	41.65	41.65	41.7	41.7
Acidité	2	2.8	3.3	4	4.5	4.9	5.1	4.8

Réfractométrie

LAIT N° 13

Date (1931-1932)	15-X	16-X	30-X	14-XI	30-XI	15-XII	20-XII	15-I	30-I
Densité	1030.7	1030.7	1030.8	1030.7	1030.9	1030.9	1030.9	1031.3	1031.1
Extrait sec	124.5	124.5	124.1	123.8	123.6	123	122.7	122.8	122.1
Matière grasse	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Extrait sec dégraissé	88.5	88.5	88.1	87.8	87.6	87	86.7	86.8	86.1
Lactose	50.2	50.2	49.6	48.8	48.2	48	47.5	47.65	47
M. P. T.	30.9	30.9	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.4	7.4	7.6	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.4
NaCl	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
C. M. S. R.	75.6	75.6	75.1	74.2	73.5	73.3	72.9	73	72.3
C. B.	87.2	87.2	87.6	85.8	85.2	85	84	84.15	84
CaCl ²	39.15	39.7	39.9	40.1	40.3	40.5	40.9	40.9	41.2
HgCl ²	42.45	42.95	43.1	43.2	43.3	43.3	43.4	43.4	43.5
R. S. T.	41	41.5	41.6	41.6	41.7	41.7	41.7	41.75	41.8
Acidité	2	2.7	2.9	3.2	3.8	4.1	4.5	4.8	5.5

Réfractométrie

LAIT N° 14

Date (1931-1932)	19-XII	27-XII	18-I	27-I	18-II	29-II
Densité	1031.7	1031.7	1031.7	1031.7	1031.7	1031.7
Extrait sec	112	112	110.6	110	109.8	109.2
Matière grasse	22	22	22	22	22	22
Extrait spc dégraissé	90	90	88.6	88	87.8	87.4
Lactose	50.3	50.3	48	47.5	46.8	46.8
M. P. T.	32.8	32.8	»	»	»	»
Cendres	6.9	6.9	6.9	6.8	6.9	6.9
NaCl	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
C. M. S. R.	72.6	72.6	70.3	69.9	69	69
C. B.	84.8	84.8	82.5	81.5	81.2	81.2
CaCl ²	37.9	38.1	38.6	38.8	38.9	39.4
HgCl ²	41.1	41.5	41.75	41.8	42	42.1
R. S. T.	39.75	40.1	40.1	40.15	40.2	40.2
Acidité	1.7	2.6	2.7	3.2	3.8	3.9

Réfractométrie

LAIT N° 15

Date (1931-1932)	24-XII	25-XII	8-I	26-I	8-II	28-II	7-III	24-III
Densité	1021.6	1031.9	1031.9	1031.9	1031.8	1031.8	1032	1031.3
Extrait sec	134.4	134.4	133.7	133	132.1	132.4	130.7	128.2
Matière grasse	38	38	38	38	38	38	38	37
Extrait sec dégraissé	96.4	96.4	95.7	95	94.1	94.4	92.7	91.2
Lactose	49.8	49.8	48.5	47.4	46.5	45.7	44.7	42.1
M. P. T.	38.7	38.7	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.7	7.5	7.9
NaCl	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
C. M. S. R.	78.5	78.5	77	75.9	74.8	74.1	73.1	70.4
C. B.	89.3	89.3	88	87.3	85.8	84.2	82.2	81.6
CaCl ²	39	39.4	39.7	40	40.4	40.75	40.75	40.8
HgCl ²	42.2	42.8	43	43.2	43.3	43.4	43.4	43.5
R. S. T.	40.6	41.1	41.2	41.25	41.25	41.3	41.3	41.25
Acidité	1.7	2.3	2.9	3.1	3.9	4.6	4.9	5.6

Réfractométrie

LAIT N° 16

Date (1931-1932).	28-XII	4-I	25-I	4-II	24-II	4-III	25-III
Densité	1032.4	1032.9	1033.1	1033	1032.9	1033.2	1033
Extrait sec	124.1	124.0	122.1	121.3	120.5	119.8	119.1
Matière grasse	30	30	30	30	30	30	30
Extrait sec dégraissé	94.1	94.9	92.1	91.3	90.5	89.8	89.1
Lactose	53.3	52.5	49.6	48.8	47.4	46.9	46
M. P. T.	32.6	»	»	»	»	»	»
Cendres	8.2	8.2	7.9	7.9	7.8	8.1	7.9
NaCl	1.69	1.60	1.69	1.60	1.69	1.69	1.69
C. M. S. R.	77.4	76.6	73.6	72.7	71.2	70.6	69.7
C. B.	94.3	93.5	89.1	88.3	86.4	87.4	85.5
CaCl ²	39.8	41.3	41.65	41.0	42.15	42.6	42.8
HgCl ²	43.3	43.8	43.9	44.1	44.2	44.3	44.5
R. S. T.	41.8	42.3	42.5	42.50	42.65	42.7	42.7
Acidité	1.6	2.4	3.1	3.4	3.8	4.4	5.1

Réfractométrie

LAIT N° 17

Date (1931-1932)	31-XII	2-I	21-I	2-II	16-II	25-I	7-II	30-III	5-IV	26-IV
Densité	1032.8	1032.9	1033	1033	1033.1	1032.9	1033.2	1033.1	1032.9	1033
Extrait sec	131.5	131.5	131.2	130.4	130	129.8	129.2	128.5	128.1	127.6
Matière grasse	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Extrait sec dégraissé	95.5	95.5	95.1	94.4	94	93.8	93.2	92.5	92.1	91.6
Lactose	52.8	52.8	52.2	51	50.5	49	47.8	47.2	46.6	46.6
M. P. T.	35.1	35.1	»	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.6	7.6	7.7	7.6	7.5	7.5	7.6	7.4	7.6	7.5
NaCl	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
C. M. S. R.	77	77	76.4	75.3	74.6	73	71.7	71	70.5	70.5
C. B.	90.8	90.8	90.7	89	88	86.5	85.8	84.2	84.6	84.1
CaCl ₂	39.35	40	40.25	40.1	40.3	40.7	40.9	41.2	41.3	41.6
HgCl ₂	42.85	43.45	43.5	43.8	43.8	43.9	43.9	43.95	44	44.1
R. S. T.	41.5	42.05	42.05	42.1	42.1	42.15	42.2	42.2	42.2	42.25
Acidité	1.7	2.3	2.6	3.1	3.3	3.7	3.9	4.5	4.6	4.8

Réfractométrie

LAIT N° 18

Date (1932)	4-I	5-I	23-I	18-II	26-II	16-III	29-III	18-IV	28-IV
Densité	1031.3	1031.3	1031.3	1031.5	1031.3	1031.5	1031.3	1031.2	1031.5
Extrait sec	125	125	124.6	123.7	123.1	122.3	121.8	120.2	119.5
Matière grasse	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Extrait sec dégraissé	91	91	90.6	89.7	89.1	88.3	87.8	86.2	85.5
Lactose	50.8	50.8	50.2	48.7	48.1	46.9	46	45.5	45.3
M. P. T.	32.9	32.9	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.2	7.3	7.3
NaCl	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
C. M. S. R.	78.6	78.6	77.9	76.3	75.6	74.4	73.4	72.9	72.7
C. B.	87.3	87.3	86.7	85.2	84.1	83.4	82	82.1	81.9
CaCl ²	38.4	39.1	39.9	40.7	40.9	41.1	41.3	41.5	41.8
HgCl ²	41.7	42.3	42.55	42.7	42.85	43.1	43.1	43.1	43.1
R. S. T.	40.3	40.9	40.9	40.9	41	40.9	40.9	40.9	40.9
Acidité	1.6	2.1	3.2	3.8	4.5	5.6	5.9	6.0	6.5

Refractométrie

LAIT N° 19

Date (1932)	11-I	12-I	25-I	17-II	27-II	15-III	31-III	15-IV	29-IV	10-V	30-V	15-VI	27-VI
Densité	1030.3	1030.6	1030.6	1030.4	1030.6	1030.5	1030.6	1030.6	1030.6	1030.6	1030.4	1030.5	1030.1
Extrait sec	117.2	117	117	116.8	116.2	115.9	112.9	114.2	114.3	113.4	113.2	113	112.6
Matière grasse	30.5	30.5	30.5	30	30	30	30.5	30.5	30.5	30.5	30	30.5	30.5
Extrait sec dégraissé	86.7	86.7	86.5	86.8	86.2	85.9	82.4	83.7	83.8	82.9	80.2	82.5	82.1
Lactose	47.5	47.5	47.5	46.9	46.9	46.5	46.9	46.9	46.9	47	46.2	45.8	45.3
M. P. T.	31.7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cendres	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4	7.3	7.3	7.1	7
NaCl	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
C. M. S. R.	75	73.5	73.5	72.8	72.8	72.3	72.8	72.8	72.8	72.9	72	71.6	71
C. B.	85	85	85	84.4	83.9	83	83.4	83.9	83.9	83.5	82.7	81.3	80.3
CaCl ²	37.7	38	38.4	39.4	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.7	39.95	40.1	40.45
HgCl ²	41.2	41.8	42.2	42.6	42.6	42.6	42.65	42.6	42.7	42.6	42.6	42.55	42.5
R. S. T.	39.5	38.8	40.15	40.15	40.15	40.15	40.15	40.15	40.15	40.15	40.2	40.15	40.1
Acidité	1.65	2.25	2.6	2.9	3.0	3.5	3.65	3.5	3.8	3.5	3.9	4.2	4.5

Réfractométrie

LAIT N° 20

Date (1932)	19-I	20-I	11-III	29-IV	
Densité	131.2	131.4	1031.4	1031.6	
Extrait sec	125.6	125.6	123	121.6	
Matière grasse.	35	35	35	35	
Extrait sec dégraissé.....	90.5	90.5	88	86.6	
Lactose	52	52	48	47.1	
Matières protéiques	31	»	»	»	
Cendres	7.6	7.7	7.7	7.7	
NaCl	1.62	1.62	1.62	1.62	
C. M. S. R.	75.5	75.5	71.3	70.3	
C. B.	90	90.5	86.5	85.6	
Réfractométrie {	M. chlorurocalcique	39.8	40.35	41.6	42.9
	M. Chloruromercurique . .	43.15	43.8	44.5	44.75
	M. silico-tungstique	41.6	42.1	42.25	42.4
	Acidité	1.7	2.3	4.2	5.35

LAIT N° 21

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
1er	38,4	41,6	40,4	1,65
2	38,75	42,5	40,75	2,30
3	39,1	42,5	40,9	2,35
4	39,3	42,6	41	2,35
5	39,4	42,6	41	2,35
6	39,4	42,6	41	2,35
7	39,4	42,6	41	2,35
8	39,4	42,65	41	2,35
9	39,4	42,65	41	2,35
10	39,4	42,7	41	2,35
11	39,4	42,7	41	2,35
12	39,4	42,7	41	2,40
13	39,4	42,7	41	2,40
14	39,6	42,75	41,05	2,40
15	39,6	42,75	41,05	2,40

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
16	39,6	42,75	41,05	2,40
17	39,6	42,75	41,05	2,40
18	39,6	42,75	41,05	2,40
19	39,6	42,75	41,05	2,45
20	39,6	42,75	41,05	2,45
21	39,75	42,8	41,1	2,50
22	39,75	42,8	41,1	2,50
23	39,75	42,8	41,1	2,55
24	39,75	42,8	41,1	2,55
25	39,75	42,85	41,1	2,55
26	39,8	42,85	41,1	2,55
27	39,8	42,85	41,1	2,60
28	39,8	42,85	41,1	2,65
29	39,8	42,85	41,1	2,75
30	39,8	42,85	41,1	2,85

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
31	39,8	42,85	41,1	2,85
32	39,85	42,85	41,1	3,00
33	39,85	42,85	41,1	3,00
34	39,85	42,85	41,1	3,00
35	39,85	42,85	41,1	3,00
36	39,85	42,85	41,1	3,00
37	39,85	42,9	41,1	3,10
38	39,9	42,9	41,1	3,10
39	39,9	42,9	41,1	3,10
40	40,1	42,9	41,1	3,30
41	40,3	42,9	41,1	3,30
42	40,3	42,9	41,1	3,40
43	40,3	42,9	41,1	3,40
44	40,4	42,95	41,15	3,40
45	40,4	42,95	41,15	3,40

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
46	40,4	42,95	41,15	3,50
47	40,4	42,95	41,15	3,50
48	40,4	42,95	41,15	3,50
49	40,5	43,	41,2	3,80
50	40,65	43,	41,2	3,80
51	40,65	43,	41,2	3,80
52	40,9	43,1	41,2	3,90
53	40,9	43,1	41,2	4,00
54	40,9	43,1	41,2	4,30
55	41,1	43,1	41,2	4,30
56	41,1	43,1	41,2	4,30
57	41,2	43,15	41,2	4,30
58	41,3	43,15	41,2	4,50
59	41,3	43,1	41,2	4,50
60	41,6	43,1	41,2	4,50

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
1er	38,9	42,4	40,0	1,75
2	39,5	42,8	41,4	2,4
3	39,7	43,1	41,0	2,5
4	39,7	43,1	41,0	2,5
5	39,7	43,1	41,0	2,5
6	39,7	43,1	41,0	2,5
7	39,7	43,1	41,0	2,5
8	39,8	43,2	41,6	2,55
9	39,8	43,2	41,0	2,55
10	39,8	43,25	41,05	2,55
11	39,85	43,25	41,05	2,55
12	39,85	43,25	41,05	2,55
13	39,85	43,25	41,7	2,6
14	39,9	43,25	41,7	2,6
15	39,9	43,25	41,7	2,6

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
16	39,9	43,3	41,7	2,7
17	39,9	43,3	41,7	2,7
18	40	43,3	41,7	2,7
19	40	43,3	41,7	2,8
20	40	43,3	41,7	2,8
21	40	43,4	41,7	2,8
22	40,1	43,4	41,7	2,8
23	40,1	43,4	41,7	2,8
24	40,1	43,4	41,7	2,8
25	40,1	43,4	41,7	2,8
26	40,1	43,4	41,7	2,85
27	40,1	43,4	41,7	2,85
28	40,2	43,4	41,7	2,85
29	40,2	43,4	41,7	2,85
30	40,2	43,45	41,7	2,85

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
31	40,2	43,45	41,7	2,85
32	40,2	43,45	41,7	2,85
33	40,2	43,45	41,7	3
34	40,2	43,45	41,7	3,1
35	40,25	43,45	41,7	3,1
36	40,35	43,45	41,7	3,2
37	40,4	43,45	41,7	3,2
38	40,4	43,45	41,7	3,3
39	40,4	43,45	41,7	3,3
40	40,45	43,45	41,7	3,3
41	40,45	43,5	41,7	3,4
42	40,45	43,5	41,7	3,0
43	40,45	43,5	41,7	3,0
44	40,45	43,5	41,7	3,0
45	40,45	43,5	41,7	3,0

Jours	Ca Cl ²	Hg Cl ²	R. S. T.	Acidité
46	40,5	43,5	41,7	3,7
47	40,5	43,5	41,7	3,7
48	40,6	43,5	41,7	3,8
49	40,6	43,5	41,7	3,8
50	40,6	43,5	41,7	3,8
51	40,6	43,5	41,7	4,0
52	40,6	43,6	41,7	4,0
53	40,6	43,6	41,7	4,0
54	40,6	43,6	41,7	4,1
55	40,9	43,6	41,7	4,3
56	41,1	43,6	41,7	4,5
57	41,1	43,6	41,7	4,5
58	41,1	43,6	41,7	4,5
59	41,2	43,6	41,7	4,8
60	41,3	43,6	41,7	4,8

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

Les analyses que nous avons effectuées nous ont permis de constater tout d'abord une augmentation immédiate de l'indice de réfraction par suite de l'addition au lait du bichromate de potassium. Cette augmentation est d'environ 0,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss.

Nous avons remarqué que le premier jour — le bichromate de potassium n'étant pas complètement dissous — l'augmentation n'est que de 3 ou 4 divisions. C'est seulement après deux ou trois jours que l'indice de réfraction acquiert une certaine stabilité qu'il conserve pendant un temps assez prolongé.

Nous nous croyons autorisé à proposer de retrancher chaque fois 0,6 division de l'indice de réfraction du sérum d'un lait récemment bichromaté. Cette correction peut être appliquée non seulement au lacto-sérum silicotungstique, mais aussi à ceux obtenus par les méthodes chloruromercurique et chlorurocalcique.

L'étude des tableaux où sont résumés nos résultats analytiques permet également de constater une *élévation régulière — avec le temps —* de l'indice de réfraction des lacto-sérums obtenus par les trois méthodes comparées ici.

PANCHAUD montre dans son étude sur « *L'augmentation anormale de l'indice de réfraction du sérum chlorurocalcique des laits aigris* » que l'indice réfractométrique du lait qu'on laisse s'acidifier augmente pour la méthode chlorurocalcique et diminue pour la méthode chloruromercurique. Selon lui, cela est dû dans le cas du lacto-sérum chlorurocalcique à la formation de lactate de chaux provenant de la saturation, de la chaux de la caséine par l'acide lactique. Le lactate de chaux ainsi formé reste en solution dans le lacto-sérum et augmente toute naturellement l'indice réfractométrique. Mais le lait continuant à s'acidifier, il arrive un moment où toute la chaux est saturée; à partir de ce moment, l'acide lactique de nouveau formée reste libre dans le sérum et fait baisser l'indice d'une façon continue.

Par contre, l'indice de réfraction du sérum-chloruromercurique baisse régulièrement car le lactate de chaux formé dans les laits acides cède son acide lactique sous l'influence de la forte acidité du réactif employé et ainsi le tableau salin reste toujours le même.

Voici les résultats du Dr PANCHAUD.

après jours	Acidité du lait	SÉRUM CHLORUROCALCIQUE		SÉRUM CHLORUROMERCURIQUE	
		Réfraction	Protéiques N $\times$ 6.25 %	Réfraction	Protéiques N $\times$ 6.25 %
0	6.6	39.1	0.227	42.4	0.216
2	35.5	40.9	»	41.5	»
3	40.4	41.0	»	41.4	»
5	42.4	41.0	»	41.3	»
6	44	40.9	»	41.2	»
8	49	40.6	»	41	»
12	64	38.4	»	38.6	»
19	88	37	»	36.8	»
25	102	36.8	1.302	36.5	0.603

Nous avons repris ces expériences et en donnons ci-dessous les résultats; ceux-ci confirment pleinement les conclusions du Dr PANCHAUD.

Après jours	Méthode chlorocalcique	Méthode chloromercur.	Méthode silico-tungstiq.	Acidité gr. p. 1000
0	38.85	42.2	40.7	1.75
1	38.95	42.15	40.6	1.95
2	39.8	42	40.45	3.5
3	40.4	41.65	40.2	5
4	40.9	41.35	39.9	6
5	40.45	41.15	39.65	7.5
7	40.1	40.8	39.15	10.2

Mais les résultats que nous avons obtenus avec des laits conservés au bichromate de potassium, diffèrent totalement, comme le montrent nos tableaux, de ceux conservés sans antiseptique. Ceci s'explique par le fait, que la présence du bichromate de potassium ne préserve le lait de l'altération que pendant un certain temps, ce qui modifie complètement l'allure de toutes les activités microbiennes, auxquelles est soumis le lait au cours de sa conservation.

Dans les expériences de PANCHAUD, le lait étant conservé sans antiseptique, s'acidifie spontanément, et ainsi l'activité microbienne est très forte;

celle-ci entraîne une transformation rapide du lactose en acide lactique, masquée pendant un certain temps, pour la méthode d'Ackermann, par la formation du lactate de chaux. Cette acidification provoque un abaissement correspondant de l'indice de réfraction.

Par contre, avec les laits conservés au bichromate de potassium le processus microbien est très lent. La transformation du lactose en acide lactique est accompagnée d'une dégradation progressive des matières protéiques. L'indice de réfraction de ces laits, conservés même pendant plusieurs mois, augmente régulièrement pour les trois méthodes que nous étudions ici.

Cette augmentation de l'indice de réfraction des laits bichromatés a déjà été constatée par DEFRANCE et étudiée de plus près par GOURAND et SOUTEYRAND.

GOURAND, après avoir éliminé comme cause de l'augmentation la fermentation lactique, l'attribue à la formation des matières azotées solubles, par suite de l'altération partielle de la caséine.

SOUTEYRAND confirme les constatations de GOURAND. Il effectue des dosages de l'azote du lacto-sérum et constate son augmentation avec le temps.

En suivant l'augmentation de l'indice réfractométrique avec le vieillissement du lait nous avons également dosé l'azote des lacto-sérums préparés par les trois méthodes que nous étudions ici.

Voici à titre d'exemple, la teneur en azote du lacto-sérum du lait « D » (voir tableau p. 46) et les indices de réfraction pendant 4 mois de conservation.

Date	Méthode chlorurocalcique		M. chloruromercurique		Méthode silico-tungstique	
	Réfraction	Azote o/oo	Réfraction	Azote o/oo	Réfraction	Azote o/oo
4-III-32	39.7	0.52	43	0.45	41.6	0.34
13-III-32	39.8	0.59	43.1	0.45	41.6	0.34
3-IV-32	40.2	0.77	43.15	0.49	41.65	0.34
17-IV-32	40.4	0.96	43.3	0.56	41.65	0.38
1-V-32	40.6	1.06	43.6	0.62	41.7	0.42
15-V-32	40.7	1.15	43.8	0.67	41.75	0.45
4-VI-32	40.9	1.19	43.9	0.81	41.75	0.5
26-VI-32	41	1.29	43.95	0.94	41.75	0.52

Comme le montre ce tableau, nous avons ainsi trouvé une augmentation dans la teneur en azote correspondant à l'augmentation de l'indice de réfraction.

Nous concluerons avec GOUIRAUD et SOUTEYRAND qu'en vieillissant, une partie des matières protéiques du lait, peptonisé, reste en dissolution dans le sérum. Ce sont ces produits de dégradation qui déterminent l'élévation constante de l'indice de réfraction avec le temps.

II. — ÉTUDE COMPARATIVE DES TROIS MÉTHODES DE PRÉPARATION DES LACTO-SÉRUMS

Méthode d'ACKERMANN, Méthode d'AMBUHL et WEISS et Méthode silico-tungstique.

Nous avons remarqué au cours de nos recherches que l'augmentation de l'indice de réfraction avec le vieillissement du lait *est inégale* pour les trois méthodes de préparation de lacto-sérum que nous avons expérimentées.

Pour pouvoir mieux apprécier la valeur de ces trois méthodes au point de vue de la réfractométrie des vieux laits, nous avons représenté sur un même graphique les augmentations de l'indice réfractométrique de lacto-sérums (25 séries de laits) après 3 mois de conservation.

Comme le montre ce graphique (p. 74), l'augmentation de l'indice réfractométrique peut atteindre (4,95) 5 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, pour la méthode chlorurocalcique, 1,05, pour la méthode chloruromercurique et ne dépasse 0,55 divisions pour la méthode silico-tungstique. L'augmentation moyenne est de 2,2 divisions pour la méthode chlorurocalcique, de 0,7 divisions pour la méthode chloruromercurique et de 0,2 seulement pour la méthode silico-tungstique.

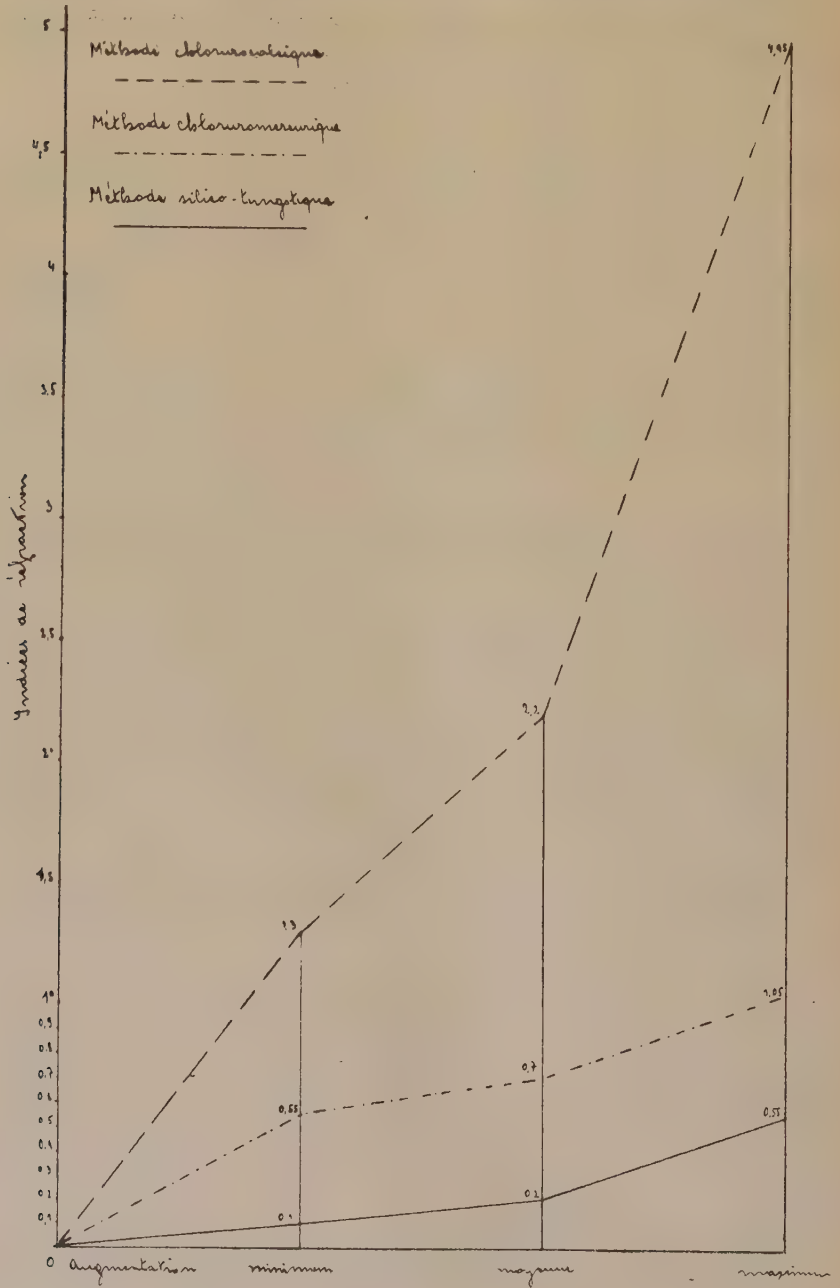
Cette différence dans l'élévation de l'indice réfractométrique est due au passage inégal de matières azotées solubilisées (sous l'influence de microorganismes) dans le sérum.

En effet, des dosages de l'azote dans le lacto-sérum, nous ont permis de constater non seulement une augmentation en sa teneur avec le temps, mais aussi l'inégalité de cette augmentation dans les trois lacto-sérums. Dans le sérum chlorurocalcique, elle était en moyenne, pour 3 laits, au bout de 3 mois de conservation de 0,67 gr. 0/00, de 0,37 dans le sérum chloruromercurique et de 0,16 gr. 0/00 seulement, dans le sérum silico-tungstique (voir tableau page 77).

Ces constatations nous ont amené à tirer les conclusions suivantes :

1° L'emploi de la méthode chlorurocalcique d'ACKERMANN est peu re-

AUGMENTATION DE L'INDICE RÉFRACTOMÉTRIQUE DES VIEUX LAITS



commandable pour la détermination de l'indice de réfraction des vieux laits, conservés au bichromate de potassium. L'indice réfractométrique augmente très rapidement et dans de fortes proportions. Cette augmentation semble être due à deux causes :

a) A la formation du lactate de chaux — (aux dépens de l'acide lactique et de la chaux de la caséine) — qui reste dans le sérum, comme l'a montré PANCHAUD.

b) Le chlorure de calcium étant un coagulant faible, il ne retient pas la totalité de matières protéiques. Avec l'altération du lait la quantité de matières non coagulées va en croissant, ce qui explique la teneur du sérum en azote de plus en plus élevée.

Même pour les laits frais, l'avis général de la supériorité de cette méthode ne nous paraît pas justifié.

Les travaux de nombreux auteurs (CORNALBA, WIEGNER, PORCHER) ont montré que l'état « solution vraie » est le plus constant des différents états — « émulsion et solution colloïdale » du lait. Nous dirons, avec LATAIX que le meilleur sérum sera celui, qui complètement débarrassé de matières protéiques se rapprochera le plus par son volume et sa composition de l'état « solution vraie ».

Or, la réaction du biuret nous a révélé la présence de faibles quantités de matières protéiques dans le sérum chlorurocalcique, qui prend en effet une faible coloration rose.

De plus, la méthode chlorurocalcique est considérée comme rapide, parcequ'elle n'exige pas de filtration. Mais au cours de nos recherches, nous avons toujours filtré le sérum chlorurocalcique (même de laits frais), car nous avons remarqué qu'avec une simple décantation, on entraîne de petites particules qui gênent la lecture et qui peuvent changer légèrement le résultat. Même sans filtration, la méthode d'ACKERMANN exige bien plus de temps que les deux autres méthodes que nous avons expérimentée. Ceci se conçoit facilement, vu qu'elle demande un chauffage durant 15 minutes.

2° La méthode *chloruomercurique* d'AMBUHL et WEISS nous paraît de beaucoup préférable. Elle est rapide, le sérum est toujours clair et ne se colore pas en rose par la réaction du biuret. Il ne renferme par conséquent même pas de traces de matières protéiques. Mais son grand inconvénient est la toxicité du réactif. Cette méthode ne peut pas devenir d'emploi général pour le triage des laits, car dans les laiteries ces opéra-

tions sont souvent effectuées par des employés quelconques, peu habitués aux manipulations délicates.

Au point de vue de la réfractométrie des vieux laits, la méthode chloruomercurique se montre inférieure à la méthode silico-tungstique. Comme il ressort de nos tableaux et du graphique, l'indice réfractométrique des laits conservés au bichromate de potassium augmente en moyenne pour la méthode d'AMBUHL et WEISS de 0,7 divisions en 3 mois, tandis qu'avec notre méthode l'augmentation moyenne n'est que de 0,2 divisions. Nous avons constaté souvent avec le sérum chloruomercurique une augmentation supérieure à une division au bout de 3 mois de conservation, ce qui peut déjà masquer un faible mouillage (4 % environ).

3° La méthode silico-tungstique présente comme la méthode d'AMBUHL et WEISS l'avantage d'être rapide et de donner toujours un lacto-sérum clair et limpide. L'absence de coloration rose avec la réaction du biuret montre que le sérum est complètement débarrassé de matières protéiques et se rapproche ainsi de l'état solution vraie du lait, qui est considérée comme étant le plus constant.

L'indice de réfraction du lacto-sérum silico-tungstique n'augmente comme nous venons de le dire que très peu avec le vieillissement du lait. Au cours de nos recherches, nous avons constaté que le plus souvent l'augmentation était égale à 0,2 ou 0,3 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss. Ce n'est que dans 2 cas sur 25 qu'elle a atteint 0,55 divisions. Ceci évidemment ne peut surprendre, si l'on considère que le réactif silico-tungstique présente l'avantage de précipiter non seulement la totalité de matières protéiques, mais encore de retenir — par un phénomène complexe de teinture, comme dit PICHON-VENDEUIL, une partie de l'azote non protéique.

En effet, les dosages de l'azote des lacto-sérums nous montrent que le sérum silico-tungstique en contient bien moins que ceux obtenus par les deux autres méthodes. Le lacto-sérum silico-tungstique se rapproche par conséquent le plus de la phase cristalloïde pure.

De même, malgré la peptonisation partielle de la caséine du lait (altération et solubilisation) la teneur en azote de notre sérum n'augmente presque pas.

Il semble donc que ce n'est que : *grâce à la propriété particulière du réactif silico-tungstique de retenir aussi l'azote non protéique, que l'indice de réfraction augmente si peu, même après plusieurs mois de conservation du lait.*

Nos expériences le confirment pleinement. Nous avons effectué des dosages de l'azote de lacto-sérums — par la méthode de KJELDHAL — à intervalle de 15 jours pendant 3 mois environ.

Azote de lacto-sérums p. 1000.

I. — LAIT 19

Date (1932)	11-I	25-I	27-II	31-III	15-IV	28-IV	10-V	30-V
Lacto-sérum:	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorurocalcique	0.50	0.53	0.68	0.84	0.92	0.98	1.06	1.14
Chloruromercurique	0.42	0.43	0.45	0.52	0.58	0.62	0.72	0.78
Silico-tungstique	0.29	0.29	0.29	0.34	0.34	0.38	0.40	0.43

II. — LAIT « S »

Date (1932)	28-II	12-III	26-III	9-IV	23-IV	7-V	21-V
Lacto-sérum:	—	—	—	—	—	—	—
Chlorurocalcique	0.56	0.62	0.75	0.81	0.94	1.06	1.16
Chloruromercurique	0.45	0.49	0.49	0.58	0.62	0.62	0.71
Silico-tungstique	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34	0.40	0.48

III. — LAIT « D »

Date (1932)	3-III	13-III	3-IV	17-IV	1-V	15-V	4-VI	26-VI
Lacto-sérum:	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlorurocalcique	0.52	0.59	0.77	0.96	1.06	1.15	1.19	1.29
Chloruromercurique	0.45	0.45	0.49	0.56	0.62	0.67	0.81	0.94
Silico-tungstique	0.34	0.34	0.34	0.38	0.42	0.45	0.50	0.52

Les expériences consignées dans le tableau qui précède, nous permettent de constater que:

1) Le lacto-sérum silico-tungstique contient bien moins d'azote que ceux obtenus par les deux autres réactifs.

2) La teneur en azote du lacto-sérum silico-tungstique reste presque constante, même après 2 mois de conservation. Ce n'est qu'au bout du 3^e ou 4^e mois qu'elle augmente légèrement (augmentation négligeable).

3) Par contre, dans le lacto-sérum chloruromercurique et chlorurocalcique, la teneur en azote augmente rapidement, surtout pour ce dernier, dans des proportions relativement élevées.

Conclusions.

Il résulte de cette étude comparative de trois méthodes de préparation de lacto-sérums, qu'au point de vue de la réfractométrie des vieux laits, deux seulement à savoir : *les méthodes chloruromercurique et silico-tungstique* méritent d'être retenues.

Mais de ces deux méthodes, c'est la méthode silico-tungstique qui nous a donné le plus de satisfaction.

La teneur en azote du lacto-sérum silicotungstique, ne varie presque pas avec le temps, malgré l'altération du lait et la solubilisation partielle de matières protéiques (propriété particulière du réactif silico-tungstique) tandis qu'elle augmente dans les sérums obtenus par les deux autres méthodes. C'est à cause de cela que l'indice réfractométrique du lacto-sérum silico-tungstique augmente le moins avec le vieillissement du lait.

En outre, l'emploi du réactif silico-tungstique ne présente aucun inconvénient tandis que la méthode chloruromercurique est assez dangereuse à cause de la grande toxicité du réactif.

III. — ETABLISSEMENT D'UNE FORMULE DE CORRECTION

La réfractométrie était employée jusqu'aujourd'hui pour la recherche du mouillage des laits frais seulement.

Il est vrai, que certains auteurs, tels que DEFRANCE, GOUIRAUD et SOUTEYRAND se sont occupés également de la déviation réfractométrique de laits conservés au bichromate de potassium. Mais ils ont étudié surtout les causes de l'augmentation de l'indice de réfraction après un certain temps de conservation. Seul, SOUTEYRAND, après trois expériences sur des lacto-sérums acétiques, préparés d'après la technique de VILLIERS et BERTAULT propose une correction de 1°25 de l'oléo-réfractomètre d'MAGAT et JEAN pour 1 gramme de caséine solubilisée. Il constate une augmentation de 5° environ au bout d'un mois et demi de conservation.

La discussion des résultats de SOUTEYRAND ne nous paraît pas utile. Les travaux de nombreux chercheurs ont montré que la méthode acétique présente de nombreux et graves inconvénients. Nous en avons parlé plus largement au 2^e chapitre nous n'y insisterons donc plus. Une formule de correction pour une méthode qui n'est plus employée ne présente donc qu'un intérêt historique.

Les analyses des 25 séries de laits, que nous avons suivies pendant 3

ou 4 mois, nous ont montrée que l'indice de réfraction du lacto-sérum silicotungstique ne change (pour des raisons que nous avons expliquées précédemment) que très peu avec le temps. Nous avons vu en effet que cette augmenation est en moyenne de 0,2 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss, et qu'elle n'a jamais dépassé 0,55, elle est par conséquent presque négligeable.

Il suffirait de faire, pour chaque lait bichromaté, une très légère correction en tenant compte que l'augmentation de l'indice réfractométrique est dû :

- a) à l'addition du bichromate de potassium comme agent conservateur ;
- b) à une légère altération du lait malgré la présence du bichromate de potassium.

a) *Addition du bichromate de potassium*

Comme nous l'avons déjà dit au début de ce chapitre, l'addition au lait d'un gramme par litre de bichromate de potassium augmente l'indice de réfraction des lacto-sérums d'environ 0,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss.

Il faudrait donc toujours, quel que soit le degré de l'altération du lait, déduire tout d'abord de l'indice réfractométrique 0,6 divisions.

Pour les laits dont la teneur en acide lactic ne dépasse pas 2 gr. 5 par litre, cette correction est suffisante. On sait en effet, que l'addition au lait du bichromate de potassium augmente légèrement l'acidité du lait. Nous avons remarqué que la teneur en acide lactique des laits fraîchement bichromatés varie entre 2 gr. 3 et 2 gr. 5 pour 1000.

b) *Altération du lait*

L'addition du bichromate de potassium au lait ne le conserve pas indéfiniment, mais ralentit beaucoup le processus de son altération.

Le dosage de l'acidité peut nous renseigner, dans une certaine mesure, sur l'état de conservation du lait. Nous tiendrons donc compte de l'acidité pour faire la correction de l'indice réfractométrique des vieux laits.

En nous basant sur les chiffres de nos expériences, nous proposons de faire les corrections suivantes :

Il faudra déduire de l'indice réfractométrique des lacto-sérums silico-tungstiques :

- 0,2 divisions pour des laits qui renferment 3 gr. environ d'acide lactique par litre;
- 0,3 divisions pour des laits qui renferment 4 gr. environ d'acide lactique par litre;
- 0,4 divisions pour des laits qui renferment 5 gr. environ d'acide lactique par litre;
- 0,5 divisions pour des laits qui renferment 6 gr. environ d'acide lactique par litre;

Dans les laits plus altérés, les modifications de la composition sont tels, que la détermination de l'indice réfractométrique n'est pas à conseiller. D'ailleurs au cours de nos expériences, nous avons remarqué qu'il est très facile d'avoir, même après 4 mois de conservation, des laits dont la teneur en acide lactique ne dépasse pas 5 gr. 5 par litre, en maintenant les échantillons dans une cave, à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Il serait à souhaiter que les échantillons de laits prélevés par le service de répression des fraudes soient obligatoirement conservés dans des conditions analogues. On pourrait éviter ainsi l'analyse des laits bleus, complètement altérés avec lesquels un chimiste ne peut jamais se prononcer d'une façon certaine.

En résumé, il faudra donc déduire de chaque lait conservé au bichromate de potassium et dont la teneur en acide lactique ne dépasse pas 2 gr. 5 par litre, 0,6 divisions (augmentation apportée par l'addition de l'antiseptique) et ajouter à cette correction 0,2 à 0,5 divisions pour les laits dont la teneur en acide lactique varie entre 3 et 6 gr. par litre.

La correction proposée par SOUTEYRAND ne peut pas être appliquée à la méthode silico-tungstique. Nos expériences ont montré que l'azote du lacto-sérum n'augmente que très peu, malgré l'altération du lait (l'augmentation n'a pas dépassé 0,2 p. 1000). Une correction, en tenant compte de la caséine solubilisée qu'on retrouverait en dosant l'azote du lacto-sérum ne se pose donc pas ici.

Conclusions Générales

En étudiant comparativement les principales méthodes préconisées par les différents auteurs, pour la préparation des lacto-sérums, destinés à l'examen réfractométrique, nous avons été amené à éliminer la plupart d'entre elles, pour ne retenir que la *méthode chlorurocalcique* d'ACKERMANN et celle d'AMBUHL et WEISS au *chlorure-mercurique*.

L'étude comparative des deux méthodes de préparation des lacto-sérums que nous avons retenues : chlorurocalcique et chloruromercurique nous a permis de constater que :

a) La *méthode chlorurocalcique* d'ACKERMANN est relativement longue ; elle nécessite un chauffage, — et ne peut être employée que pour les laits frais.

Elle présente également l'inconvénient comme le montre la réaction du biuret de laisser encore des matières protéiques dans le lacto-sérum. La méthode chlorurocalcique est inapplicable aux laits conservés au bichromate de potassium, car l'indice de réfraction des sérums obtenus avec ces laits augmente beaucoup avec le temps. Cette augmentation est due à l'altération partielle des matières protéiques et leur transformation en substances azotées solubles, qui passent dans le lacto-sérum.

b) La *méthode chloruromercurique* d'AMBUHL et WEISS est préférable. Elle est plus rapide ; n'exige pas de chauffage. Le lacto-sérum obtenu est toujours clair et ne renferme pas de matières protéiques. Mais l'indice de réfraction des laits conservés au bichromate de potassium augmente avec leur vieillissement d'une façon appréciable, de telle sorte que les résultats obtenus avec ces laits présentent toujours un certain degré d'incertitude. Cette méthode est en outre assez dangereuse à cause de la toxicité du réactif.

Les inconvénients que présentent les méthodes précédentes nous ont amené à étudier une nouvelle méthode de préparation des lacto-sérums basée sur l'emploi de l'acide silico-tungstique comme réactif coagulant.

La *méthode silico-tungstique* que nous préconisons, présente les avantages des précédentes, sans en avoir les inconvénients. En effet, ce réac-

tif n'est pas toxique, ne nécessite pas de chauffage et donne toujours des sérums très clairs. Mais ce qui lui donne surtout une grande valeur, c'est le fait, nos expériences l'ont démontré, *que l'indice réfractométrique du sérum silico-tungstique n'augmente que très peu avec le temps.* Ceci rend la méthode utilisable pour la détermination de l'indice de réfraction des laits conservés au bichromate de potassium pendant un temps assez long. Cela est dû à la *propriété spéciale* du réactif silico-tungstique *de précipiter même l'azote non protéique.*

L'indice de réfraction des lacto-sérums silico-tungstiques varie pour les laits *de grand mélange* entre 40 et 41,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss (Nd 1,3427-1,3433). Tout lait de grand mélange dont l'indice réfractométrique est inférieur à 40 divisions est donc suspect de mouillage.

L'indice de réfraction des *laits individuels* varie dans des limites assez étendues, entre 38 et 42 divisions (Nd 1,3420-1,3435). Pour déceler les fraudes dans ce lait, l'analyse complète d'un échantillon de comparaison prélevé à la traite s'impose le plus souvent.

La réfractométrie est *quelquefois en défaut dans les laits pathologiques* et ne permet pas de les distinguer des laits mouillés.

L'addition au lait frais d'un gramme par litre de bichromate de potassium, pour assurer sa conservation pendant un certain temps augmente en moyenne l'indice de réfraction de 0,6 divisions du réfractomètre à immersion de Zeiss.

L'augmentation de l'indice de réfraction du sérum silico-tungstique avec le temps étant très faibles (0,2 divisions en moyenne au bout de 3 mois de conservation), *on peut faire une correction en déduisant 0,2 à 0,5 divisions de l'indice réfractométrique des laits ayant 3 à 6 grammes d'acide lactique par litre.* Cette correction peut être employée même *après 3 ou 4 mois de conservation* avec du bichromate de potassium à condition toutefois de maintenir les échantillons à l'abri de la lumière et de la chaleur.

L'emploi de la nouvelle méthode que nous proposons, présente donc de très sérieux avantages sur toutes les autres et est souvent utilisable dans les cas où les autres méthodes sont en défaut.

Index Bibliographique

- ACKERMANN. — Mitteilung über den refractometrischen Nachweis des Wasserzusatzes zur Milch. *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs und Genussmittel*. XIII (4), 186-188, 1907.
- Beitrag zur Untersuchung der Milch, *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, I (5), 263-270, 1910.
- ACKERMANN et VALENCIEN. — Über den Wert der refractometrischen Untersuchung des Chlorkalziumserums der Milch für den Nachweis des Wasserzusatzes zur Milch. *Milchwirtschaftliches Zentralblatt*, XIII, 345-349, 1914.
- ALPERS. — Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung der Kuh- und Ziegenmilch mit besonderer Berücksichtigung der Refractometrie des Chlorkalziumserum. *Zeitsch. f. Unt. der Nahr. u. Gemis.*, XXIII, 497-513, 1912.
- AMBULH et WEISS. — *Mitteilungen aus dem Gebiete der Nahrungsmittel-Untersuchung*, X, 53, 1919.
- BAIER et NEUMANN. — Die refractometrische Untersuchung von Milchsahne in ihrer Verwendbarkeit in der Nahrungsmittelkontrolle. *Zeitsch. f. Unter. der Nahr. u. Gemis.*, XIII, 369 (1907).
- BASSET. — Contribution à l'étude des méthodes physiques d'examen du lait. *Thèse de Pharmacie*, Bordeaux, 1905.
- BEAU et BOURGAIN. — *La Science Fromagère*, Baillière et fils, Paris, 1926.
- BOUTARIC. — *Les Colloïdes et l'état colloïdal*, Alcan, Paris, 1931.
- CERF. — Étude comparative des principales constantes utilisées pour la détermination du mouillage du lait. *Thèse de Sciences*, Nancy, 1932.
- CORNALBA. — Une constante chimique du lait comme critérium nouveau plus sûr et plus précis pour l'appréciation de la pureté du lait. *Revue Générale du Lait*, VII, 2, 1908.
- COTHEREAU. — Étude sur la recherche du mouillage dans le lait par le réfractomètre. *Thèse de Pharmacie*, Paris, 1904-1905.
- DEFRANCE. — Les normes des laits de Montpellier. *Thèse de Pharmacie*, 1908.
- DENIGÈS. — *Précis de Chimie analytique*. Editions médicales, Norbert-Maloiné, Paris, 1930.
- DERRIEN et FONTES. — *Chimie biologique médicale*. Baillière et fils, Paris, 1926.
- DUCLAUX. — *Les Colloïdes*. Gauthier-Villars et C^{ie}, Paris, 1929.
- DUCROS. — Contribution à l'étude des constantes physiques du lait. *Thèse de Pharmacie*, Montpellier, 1905.
- DUCROS et IMBERT. — Sur les constantes physiques du lait. *Bull. Sciences Pharmacol.*, VII, 65, 1905.

- ELSDON et STUBBS. — *The chemical Agr.* XX (508), 271-273, 1929.
- ERTEL. — Beobachtungen über die Rieper'sche Methode zur Erkennung der Milch von kranken Kühen. *Oester. Molker. Zeit.* XI, 1, 1904.
- FENDLER, BORKEL et REIDEMEISTER. — Ein Beitrag zur Refractometrie des Chlorkalciumserums der Milch. *Zeitsch. f. Unter der Nahr. u. Genuss.* XX, 156-169, 1910.
- GOUIRAND. — Considérations sur la recherche du mouillage et de l'écémage dans le lait de vache. *Thèse de Pharmacie*, Montpellier, 1912.
- HENSEVAL et MÜLLIE. — La Réfractométrie du lait. *Revue Générale du lait*, IV, 529-538, 1905.
- JÖRGENSEN. — Über die Verfälschung der Milch und die Nachweisung derselben mittels des Refractometers. *Landw. Jahrb.*, XI, p. 699-708, 1882.
- KÖSTEL. — Unsere Erfahrung mit der refractometrischen Milchuntersuchung. *Milchwirtsch. Zentralblatt*, V, 47, 1912.
- KÜHN. — Ein Beitrag zur refractometrischen Milchuntersuchung. *Zeit. f. Unt. der Nahr. u. Genuss*, XX, 575, 1910.
- LATAIX. — Contribution à l'étude de la réfractométrie des lacto-sérums, *Le Lait*, IX, 474, 1929.
- LEACH. — *Rep. Food and Drug, Inspect. Massachusetts*, XXXIX, 1906.
- LEACH et LYTTHGOE. — *Journal of American Chemical Society*, XXVI, 1195, 1904.
- LOEB. — *La théorie des phénomènes colloïdaux*, Alcan, Paris, 1925, 290 p.
- LYTHGOE. — *Rep Food and Drug Inspect Massachusetts*, 37-38, 1908.
- MAI et ROTHENFUSSER. — Über den Nachweis von Wasserzusatz zur Milch auf refractometrischem Wege. *Zeitsch. f. Unter. der Nahr. u. Genuss*, XVI, 7-19, 1908.
- Beiträge zur Kenntnis der Lichtbrechung des Chlorkalciumserums der Milch. *Zeitsch. f. Unter der Nahr. u. Genuss*, XVIII, p. 737-763, 1909.
- Zur Refractometrie des Chlorkalciumserums der Milch einzelner Kühe. *Zeit f. Unt. der Nahr. u. Genuss*, XXI, 23-37, 1911.
- MANSFELD. — *Oester. Chem. Ztg.*, VIII, 546, 1905.
- MATTHES et MÜLLER. — Über die Untersuchung der Milch-serums mit dem Zeiss'schen Eintauch-Refractometer. *Zeitsch. f. öffentliche Chemie*, X, 173, 1903.
- MAYERHOFER. — Beitrag zur Ripperschen Methode zur Erkennung der Milch Kranker Tiere. *Oesterr. Molk. Zeitung*, 1904.
- MOLLENHAUER. — Studien über das aus Milch hergestellte Chlorokalcium serum und über Gefrierpunktsbestimmungen der Milch. *Inaug. Diss. Königsberg*, 1914.
- MONVOISIN. — Sur la composition du lait tuberculeux. *Revue Générale du Lait*, V, 457-492, 1906.
- OBLADEN. — Über die Untersuchung von normaler, gewässerter und pathologischer Milch mit dem Eintanchrefractometer. *Zeitschrift f. Fleisch. u. Milchhygiene*, XXII, 213, 1912.

- PANCHAUD. — Etude sur les sérums chloromercurique et chlorocalcique du lait. *Leb. u. Hyg.*, XXII, (1), 26-35, 1921.
- Sur l'augmentation anormale de l'indice de réfraction du sérum chlorocalcique des laits aigris. *Le Lait*, V, 777-782, 1925.
- PICHON-VENDEUIL. — Contribution à l'étude des Amino-Acides du lait de vache. *Thèse de Sciences*, Paris, 1921.
- PORCHER. — Le lait au point de vue colloïdal. *Le Lait*, Lyon, 1929.
- PHYL et TURNAU. — Über verbesserte Herstellung von Milchseren und ihre Anwendbarkeit zur Untersuchung de Milch. *Berlin, Chem. Laboratorium des Kais. Gesundheitsamtes*, februar, 1912.
- RIEVEL. — Refractometrische Untersuchung von Milch und Fleisch. *Deutsch. Tierärz Woch.*, N° 12, 1905.
- RIPPER. — Eine rasche Methode zur Erkennung der Milch von kranken Tieren. *Milch. Zeitz.*, XXXII, 1903.
- SCHNORF. — *Neue physikalisch-chemische Untersuchungen der Milch*. Verlag Art. Institut, Orell Fussli, Zurich, 1905.
- SCHUTZ et WEIN. — Beitrag zur Beurteilung der Milchfälschung auf Grund der Lichtbrechung des Serums. *Zeitsch. für Unt. der Nahr. u. Genus*, XXVI, p. 177, 1913.
- SIDERSKY. — *La réfractométrie et ses applications pratiques*. Gauthier-Villars, Paris.
- SOUTEYRAND. — Les laits de la région d'Ambert. *Thèse de Pharmacie*, Montpellier, 1919.
- UTZ. — Beiträge zur Milchuntersuchung mittels Refractometer. *Oesterr. Chem. Zeitg*, 1901. *Oesterr. Chem. Zeitg*, IV, p. 509, 1901.
- Beitrag zum Nachweiss eines Wasserzusatzes zur Milch. *Milchv. Zentralb.* I, p. 209-211, 1905.
- Allgem. Chem. Zeitg.*, VII, p. 525, 1907.
- VALENTIN. — Ein Beitrag zur Kenntins der Brechungsverhältnisse de Tiergewebe. *Ach. ger. Physiol.*, XIX, 78-105, 1879.
- VILLIERS et BERTAULT. — Recherches sur le lait. Détermination du mouillage. *Bulletin Soc. Chim.*, XIX, 315, 1898.
- WIEGNER. — Zur physikalischen Chemie des Chlorkalciumserums der Milch. *Zeitsch f. Unt. der Nahr. u. Genus*. XX, 71-86, 1910.
- Über die Abhängigkeit der Zusammensetzung der Kuhmilch vom Dispersitätsgrade ihrer Einzelbestandteile. *Zeitsch. f. Unt. der Nahr. u. Genus.*, XXVII, 475-438, 1914.
- WIEGNER et YAKUVA. — Über das Brechungsvermögen und das spezifische Gewicht des Chlorkalciumserums der Milch. *Milchwirtsch. Zentralb.* V, 11, 1909.
- WITE. — Refraktion des Milchserums und Milchkontrolle. *Zeitsch. f. Offent. Chimie*, p. 349, 1912.
- WITTMANN. — Untersuchungen über die Refraktion des Milchserums. *Oester. Molk. Zeitg*, 15 märzt, 1904.
-

2^e THÈSE

Sujets proposés par la Faculté :

1. — LES LÈVURES, LEUR MORPHOLOGIE
ET BASE DE LEUR CLASSIFICATION

2. — LA DÉTERMINATION DU SEXE
CHEZ LES VERTÉBRÉS

VU ET APPROUVÉ :

Nancy, le 11 mai 1933.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

L. LEAU.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Nancy, le 13 mai 1933.

Le Recteur de l'Académie,

Président du Conseil de l'Université,

L. BRUNTZ.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
------------------------	---

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE.	9
---------------------	---

CHAPITRE II

DIFFÉRENTES MÉTHODES DE PRÉPARATION DES LACTO-SÉRUMS POUR LA DÉTERMINATION DE L'INDICE DE RÉFRACTION	21
1. Aperçu sur la composition et constitution du lait	21
2. Critique des différentes méthodes	23
3. Méthode silico-tungstique	26

CHAPITRE III

VARIATIONS DE L'INDICE DE RÉFRACTION DU LACTO-SÉRUM SILICO-TUNGSTIQUE	33
1. Laits de grand mélange	33
2. Laits individuels et de petit mélange	35
3. Laits pathologiques	39

CHAPITRE IV

REFRACTOMETRIE DES VIEUX LAITS	43
1. Variations de l'indice de réfraction avec le vieillissement du lait. Interprétation des résultats analytiques	43
2. Étude comparative de trois méthodes de préparation de lacto-sérums: Méthode d'Ackermann, Méthode d'Ambuhl et Weiss, Méthode silico-tungstique	73
3. Établissement d'une formule de correction	76
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	81
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	83
